Aus der Chirurgischen Klinik C der Universität Düsseldorf

Direktor: Prof. Dr. med. Erich Müller

Bronchusrupturen nach stumpfen Thoraxtraumen

Dissertation

zur Erlangung des Grades eines Doktors der Medizin

der Medizinischen Fakultät der Universität Düsseldorf

vorgelegt von

Hans-Dieter Rausch

~~1984~~
1983

UNIV.
LIBRARY
REG.

Aus der Chirurgischen Klinik C der Universität Düsseldorf

Direktor: Prof. Dr. med. Erich Müller

BRONCHUSRUPTUREN

NACH STUMPFEN THORAXTRAUMEN

Dissertation

zur Erlangung des Grades eines Doktors der Medizin
der Medizinischen Fakultät der Universität Düsseldorf

vorgelegt von

Hans-Dieter Rausch

1981

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität Düsseldorf

Der Dekan
der Medizinischen Fakultät
der Universität Düsseldorf

gez.:
Prof.Dr. G.Arnold

Referent
gez.:
Prof.Dr. Niemann

Koreferent
gez.:
Prof.Dr. Günther

Herrn Professor Dr. med. Niemann danke ich für die Überlassung des Themas und für die hilfreiche Betreuung bei der Durchführung dieser Arbeit.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41543926_0086

INHALT

		Seite
1.	Einleitung	1
1.1	Häufigkeit der Bronchusruptur	1
1.2	Letalität	2
1.3	Begriffsdefinition der Bronchusruptur	3
1.4	Unfallarten	5
1.5	Alter und Geschlecht	7
1.6	Entstehungsmechanismus	8
1.7	Lokalisation der Bronchusruptur	12
1.8	Geschichte der Bronchusruptur	13
2.	Symptomatologie	17
2.1	Dyspnoe und Zyanose	20
2.2	Pneumothorax	20
2.3	Emphysem	24
	2.3.1 Mediastinales Emphysem	24
	2.3.2 Subcutanes Emphysem	25
	2.3.3 Tiefes Halsemphysem	26
2.4	Hämoptoe und Hämatothorax	28
2.5	Atelektase	28
	2.5.1 Pathologie und Histopathologie der atelektatischen Lunge	30
2.6	Rippenfrakturen	33
2.7	Sonstige Begleitverletzungen	34

3. Diagnose 36

3.1 Zeitpunkt der Diagnose 36
3.2 Problematik der Diagnose 38

3.3 Diagnostische Maßnahmen 40

3.3.1 Intrapleurale Druckmessung 40
3.3.2 Thoraxübersichtsaufnahme 41

3.3.2.1 Pneumothorax 41
3.3.2.2 Emphysem 42
3.3.2.3 Atelektase 43
3.3.2.4 Weitere röntgenologische Zeichen 43

3.3.3 Tomographie 45
3.3.4 Bronchographie 45
3.3.5 Bronchoskopie 46
3.3.6 Probethorakotomie 51

4. Therapie 52

4.1 Sofortmaßnahmen 52

4.1.1 Freihalten der Atemwege 53
4.1.2 Schockbekämpfung 53
4.1.3 Mediastinalemphysem 53
4.1.4 Subcutanes Emphysem 54
4.1.5 Pneumothorax 55
4.1.6 Spannungspneumothorax 55
4.1.7 Infektionsprophylaxe 57

4.2 Konservative Therapie 57

4.3 Operative Therapie 58

4.3.1 Bronchusleckverschluß 58
4.3.2 End-zu-End Anastomose 58
4.3.3 Lobektomie und Pneumonektomie 68
4.3.4 Bronchusprothesen 71
4.3.5 Postoperative Therapie 72

4.4 Anaesthesie 72
4.5 Funktionelle Ergebnisse der operativen Therapie 73

4.5.1 End-zu-End Anastomose 73
4.5.2 Pneumonektomie 79

5. Zusammenfassung 81

6. Literaturnachweis 86

1. EINLEITUNG

1.1 HÄUFIGKEIT DER BRONCHUSRUPTUR

Die Bronchusruptur ist im Verhältnis zu anderen Thoraxtraumen eine seltene Verletzung.Sie hat seit Jahrzehnten als Krankheitsbild unter den schweren Brustkorbverletzungen ihre besondere Bedeutung.

Krauss und Zimmermann zeigten 1967 in ihrer Veröffentlichung, daß die Häufigkeit der Bronchusruptur mit 2-4 % des thoraxchirurgischen Krankengutes innerhalb von 10 Jahren enorm angestiegen war. Die Erklärung hierfür lag in einer entsprechenden Zunahme des Straßenverkehrs. 75 % der Bronchusruptur waren durch Auto- oder andere Verkehrsunfälle bedingt. Zugleich zeigte sich, begründet durch verbesserte Diagnose- und Therapiemöglichkeiten, eine vermehrte Aufmerksamkeit für dieses Krankheitsbild in der Weltliteratur.

Aus Veröffentlichungen der neueren Zeit läßt sich der Schluß ziehen, daß die Häufigkeit der Bronchusruptur, trotz gestiegener Verkehrsdichten, nicht weiter angestiegen ist. Eine Begründung dafür mag wohl darin liegen, daß der Autofahrer sich gegenüber früher häufiger anschnallt.

Mack berichtet, daß in seiner Klinik zwischen 1962 und 1979 1600 Patienten mit Thoraxtraumen behandelt wurden. In 7 Fällen handelt es sich um eine Bronchusruptur. Das entspricht einer Häufigkeit von 0,4 %. Muhrer teilt bei 263 Thoraxtraumen in der Zeit zwischen 1961-1977 4 Bronchusrupturen mit, was einer Häufigkeit von 1,5 % entspricht.

1.2 LETALITÄT

Burke ermittelt 1962 an Hand einer Statistik über 167 Patienten mit Bronchusrupturen eine Letalität von 30 %.
Bei 52 % der Patienten trat der Tod innerhalb der ersten Stunde nach dem Unfall ein und bei 44 % innerhalb der ersten 4 Tage nach dem Unfall.
Von den Patienten, die älter als 50 Jahre waren, verstarben 75 %. Die extrem hohe Todesrate bei dieser Patientengruppe spricht dafür, daß jüngere Patienten besser in der Lage sind, eine Hypoxie, einen Schock oder Blutverluste zu tolerieren. Ferner schützt ihr noch elastischer Thorax vor schweren Begleitverletzungen.
Auch Ecker teilt an Hand einer Untersuchung über 105 Thoraxverletzte mit, daß jüngere Patienten eine größere Chance haben, die Klinik lebend zu erreichen.

Von den von mir ausgewerteten 90 Fällen von Bronchusrupturen erfolgte bei 41 Patienten eine entsprechende ärztliche Behandlung bis zum 7.Tag nach dem Unfall. Von diesen 41 Patienten verstarben 11 Patienten, was einer Letalität für diesen Zeitraum von 26,8% entspricht.
Nach dem 7.Tag kamen ebenfalls 41 Patienten in Behandlung.Hiervon verstarben 2 Patienten. Die Letalität beträgt hier 4,9 %.
Bei 8 Patienten ließ sich der Zeitpunkt der Erstherapie nicht genau ermitteln.
Die Gesamtletalität betragt in meiner Untersuchung 14,4 %.

Diese Zahlenwerte demonstrieren, daß von 100 Patienten mit Bronchusrupturen, die die Klinik lebend erreichen, etwa 85 Patienten mit einer Genesung rechnen können, und daß etwa 15 Patienten an der Bronchusruptur selbst oder an deren schweren Begleitverletzungen sterben werden.

Ferner zeigt sich sehr deutlich, daß Patienten mit Bronchusrupturen in den ersten Tagen nach dem Unfall besonders gefährdet sind.
Die sofortigen und richtigen notfallmedizinischen Maßnahmen und eine schnelle Diagnose, die eine Therapie der Ursache nach sich zieht, sind für das Überleben dieser Patienten enorm wichtig.

Die heute zur Verfügung stehenden diagnostischen Möglichkeiten zur Erkennung einer Bronchusruptur sind ausreichend,die oparativen Techniken ausgereift und erprobt.
Die einzige Möglichkeit einer besseren Früherkennung dieser Verletzungen und somit einer Verbesserung der Behandlungsergebnisse liegt darin, daß bei jedem stumpfen Thoraxtrauma mit typischen klinisch-röntgenologischen Verdachtszeichen an eine Bronchusruptur gedacht wird.

Diese Arbeit möchte auf diagnostische Schwierigkeiten bei der Bronchusruptur hinweisen und auf bestimmte Diagnosehilfen aufmerksam machen,um damit einen Beitrag zur Verbesserung der so wichtigen Frühdiagnosen der Bronchusruptur zu leisten.

Die statistischen Auswertungen dieser Arbeit beziehen sich auf Fälle von Bronchusrupturen, die im Zeitraum von 1968-1980 in der englisch-, französisch- und deutschsprachigen Weltliteratur Erwähnung fanden.

Von ca. 130 berichteten Fällen waren allerdings nur 90 Fälle mit solch ausführlichen Krankengeschichten versehen, daß sie den Anforderungen für diese Arbeit gerecht wurden.

1.3 BEGRIFFSDEFINITION DER BRONCHUSRUPTUR

Unter einer Bronchusruptur versteht man die totale oder teilweise Durchtrennung eines Haupt-, Lappen-

oder peripheren Bronchus mit Beteiligung aller Wandschichten.
Von einigen Autoren wird diese Verletzung der Bronchien auch als BRONCHUSABRISS bezeichnet. (Krauss, Glinz)

Bei der totalen Durchtrennung eines Bronchus findet sich meist eine Transversalruptur.Bei der partiellen Durchtrennung können auch Querrisse auftreten. Ist der membranöse Anteil des Bronchus betroffen, handelt es sich meist um Langsrisse.

	Totalruptur quer	Partielle Ruptur quer	Längs-ruptur	Gesamt
Anzahl	58	19	16	93
%	62.3	20.5	17.2	100.0

Tabelle 1: Arten der Bronchusruptur und deren Häufigverteilung bei 90 Patienten.

Die häufigste Art der Bronchusruptur ist die totale, quere Durchtrennung eines Bronchus.
Dieses Untersuchungsergebnis in meinem Patientengut wird auch durch andere Berichte bestätigt.(Glinz, Seidel, Payne)

Abzugrenzen von der Bronchusruptur ist die BRONCHUSFRAKTUR und die BRONCHUSLACERATION.
Bei der Bronchusfraktur, die zum ersten Mal von Griffith beschrieben worden ist, handelt es sich um eine isolierte Verletzung des Bronchialknorpels ohne daß die Mukosa oder der membranöse und muskuläre Anteil des Bronchus mitverletzt sind.
Die Bronchuslaceration ist eine Verletzung, die auf die Schleimhaut des Bronchus beschränkt ist.
Bronchusfraktur und Bronchuslaceration werden selten

diagnostiziert. Dies liegt daran, weil sie durch ihren blanden Verlauf selten gravierende Symptome zeigen.

1.4 UNFALLARTEN

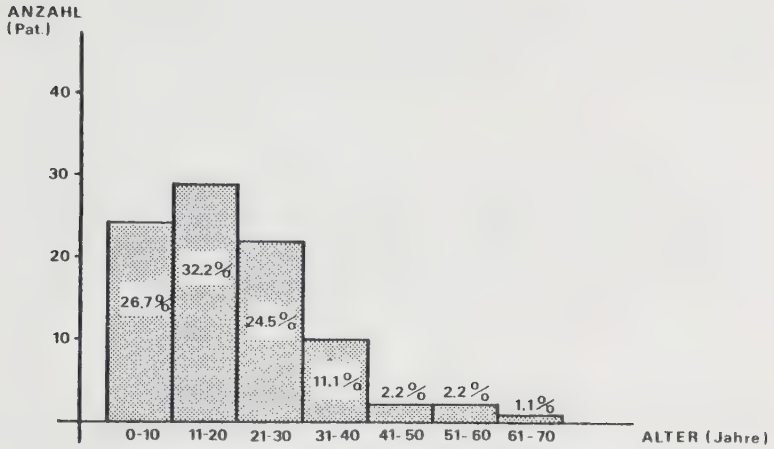
Allgemein betrachtet handelt es sich zumeist um Unfälle, bei denen eine intensive Kraft für kurze Zeit saggital auf den vorderen, oberen Thorax einwirkt.
Aber auch weniger intensive und langsamer einwirkende Kräfte auf den oberen Brustkorb können Bronchusrupturen verursachen. Huzly und Bergmann berichten über Fälle, bei denen Kinder unter umstürzende Grabsteine geraten waren und Bronchusrupturen davontrugen.

UNFALLART	ANZAHL	%	ANZAHL GESAMT	% GESAMT
Autounfall allgemein	37	44,0	Verkehrsunfall	
Aufprall auf Steuerrad o. Armaturenbrett	13	15.5		
Von Fahrzeug überrollt	12	14.3		
Motorradunfall	7	8.3	69	82.1
Sturz	7	8.3	Sonst. Unfälle	
Thoraxkompression durch einen umfall. Gegenstand	6	7.2		
Arbeitsunfall	2	2.4	15	17.9
GESAMT	84	100.0	84	100.0

Tabelle 2: Unfallarten und deren Häufigkeit bei 84 Fällen von Bronchusrupturen.

Die häufigste Unfallursache, durch die Bronchusrupturen hervorgerufen werden, ist der Verkehrsunfall. In meiner Arbeit wurden 82,1 % der Bronchusrupturen durch Verkehrsunfälle verursacht.
Interessant ist hierbei, daß trotz des vermehrten Anschnallens des Autofahrers immer noch 15,5 % der Bronchusrupturen durch den Aufprall des Brustkorbes auf das Steuerrad oder das Armaturenbrett verursacht werden.

1.5 ALTER und GESCHLECHT



Histogramm 1: Altersverteilung von 90 Patienten mit Bronchusrupturen.

83,4 % der Patienten, die eine Bronchusruptur nach einem stumpfen Thoraxtrauma davontrugen, sind 30 Jahre alt und jünger.
Eine Erklärung für diese hohe Verletzungsrate bei jungen Menschen findet sich im Entstehungsmechanismus der Bronchusruptur. Der Thorax des jugendlichen Erwachsenen und des Kindes ist durch seine elastischen Rippen leichter verformbar als der Brustkorb eines älteren Menschen.
Ein gut verformbarer Thorax fördert beim stumpfen Thoraxtrauma einen intrabronchialen Druckaufbau und ein Auseinanderweichen der Bronchien nach lateral, während ein starrer Thorax eher zu Rippenfrakturen führt und somit Lungenparenchymverletzungen hervorruft. (Krauss)

Eine weitere Begründung dafür, daß junge Menschen besonders häufig eine Bronchusruptur erleiden, liegt an der Tatsache, daß diese Personengruppe häufiger einem unfallträchtigen Zeitvertreib nachgeht. Ferner sind Jugendliche auch häufiger in Auto- oder Motorradunfälle mit hohen Geschwindigkeiten verwikelt.

Bei 90 ausgewerteten Fallberichten war das Geschlecht in 82 Fällen angegeben. 22 weibliche und 60 männliche Personen erlitten eine Bronchusruptur. Dies entspricht einem Verhältnis von 3:1 zugunsten der Männer.

1.6 ENTSTEHUNGSMECHANISMUS

Seit die ersten Bronchusrupturen diagnostiziert worden sind, haben viele Autoren theoretische Oberlegungen zur Entstehung von Bronchusrupturen nach stumpfen Thoraxtraumen angestellt und zum Teil auch experimentell untermauert.
Zwei Theorien haben sich immer mehr durchgesetzt und im Laufe der Zeit allgemein Anerkennung gefunden.

A. Aufsprengen der Bronchien durch eine intrabronchiale Drucksteigerung

Diese Theorie, die auf Sauerbruch zurückgeht, besagt, daß eine den Thorax in sagittaler Richtung komprimierende Kraft, die während der Inspiration die Luft gefüllte Lunge bei geschlossener Glottis trifft, einen intrabronchialen Überdruck erzeugt, der zur Berstung der Bronchien führt.

1958 hat Lloyd diese Theorie tierexperimentell zu

bestätigen versucht. Er hat gezeigt, daß bei Hunden nach Verschluß der Trachea Bronchusrupturen fünfmal häufiger auftraten als bei durchgängiger Trachea. Allerdings haben diese Experimente auch gezeigt, daß der reflektorische Glottisschluß zwar förderlich, aber nicht unbedingte Voraussetzung für die Entstehung einer Bronchusruptur ist. Bei unverschlossener Trachea kam es in 12 % der Fälle ebenfalls zu einer Ruptur der Bronchien.

Gebhardt ist der Ansicht, daß dieser Pathomechanismus der intrabronchialen Drucksteigerung bei gleichzeitigem Glottisschluß und Einengung des Thorax eine wesentliche Rolle bei der Entstehung von Längsrissen in der Pars membranacea spielt.

Daß eine intrabronchiale Drucksteigerung ohne vorhergegangene Thoraxkompression ausreicht, um eine Ruptur der Pars membranacea herbeizuführen, ist durch eine Reihe von Explosionsunfällen demonstriert worden. So führte die Explosion eines Schweißbrenners bei einem Schweißer, der gleichzeitig während des Explosionsvorgangs eingeatmet hatte, zu multiplen Rupturen der Pars membranacea. (Gottschalk und Ansorg)
Die Explosion eines Narkosegasgemisches führte bei einem intubierten Patienten zu einem Einriß der Membranacea vom Halsbereich bis zur Bifurkation. (Marchand)

Krauss vertritt die Meinung, daß eine Lungenparenchymverletzung bei einem stumpfen Thoraxtrauma den intrabronchialen Druckanstieg ausgleicht und somit den Patienten vor einer Bronchusruptur schützt.
Diese Theorie kann schwerlich aufrechterhalten werden, denn Gebhardt und Latreille berichten von Patienten, wo es trotz Lungenparenchymverletzungen zu Bronchusrupturen kam.
Wenn man bedenkt, daß diese Verletzungen in Bruchteilen von Sekunden entstehen, so ist es unwahrscheinlich, daß vor der Ruptur durch Ausströmen von

Luft in den Pleuraraum noch ein Druckausgleich herbeigeführt werden kann.

B. Zerreissen der Bronchien durch Scherkräfte

Diese Theorie über den Entstehungsmechanismus der Bronchusruptur geht auf Tiegel und Vierheilig zurück und wird in der neueren Literatur von Krauss, Irmer, Payne und Gebhardt bestätigt.

Durch die sagittale Brustkorbkompression verkürzt sich der ventrodorsale Durchmesser, während sich der seitliche Durchmesser des Thorax vergrößert. Die Lungen müssen auf Grund des negativen intrapleuralen Druckes der Thoraxverformung nach lateral folgen Es kommt somit zu einer Vergrößerung des Bifurkationswinkels.
Die beiden Hauptbronchien bewegen sich nach kranial, und nach einer Oberdehnung der nicht flexiblen Ligamenta anularia tritt deren Ruptur ein.(Gebhardt)
Möglicherweise kommt zu diesem Mechanismus noch eine Quetschung des Bronchus zwischen Sternum und Wirbelsäule hinzu.

Bereits 1908 wies Puppe nach, daß die Elastizität der Bronchien im Bereich der Hauptbronchien nahe der Carina am geringsten ist.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß wohl beide Entstehungsmechanismen ihren Anteil an der Bronchusruptur haben.
Dafür, daß der Zerreissungstheorie durch Scherkräfte die größte Bedeutung zukommt, sprechen folgende Untersuchungsergebnisse:

- 80 % aller Bronchusrupturen treten an den Hauptbronchien auf. (siehe Tabelle 3)

- 80 % aller Bronchusrupturen werden in einem Bereich gefunden, der nicht mehr als 2,5 cm von der Carina entfernt ist. (Payne)

- 82,8% der Bronchusrupturen sind totale oder partielle Querrupturen, während die Längsrupturen nur in 16,8 % der Falle vorkommen.(Siehe Tabelle 1)

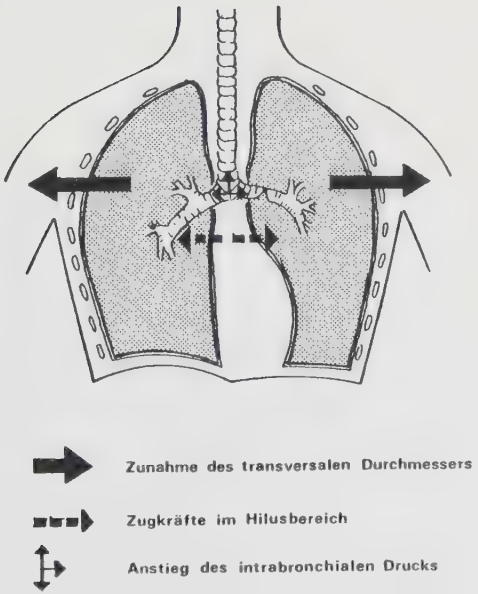


Abbildung 1: Entstehungsmechanismus der Bronchusruptur

1.7 LOKALISATIONEN DER BRONCHUSRUPTUR

Am haufigsten treten Rupturen an den Hauptbronchien auf. 80 % der Patienten erlitten Rupturen eines Hauptbronchus, wobei der rechte Hauptbronchus doppelt so häufig betroffen war wie der linke.
Burke, Hood und Sloan, Krauss und Payne berichten an Hand ihrer statistischen Auswertungen, daß der rechte Hauptbronchus genausooft rupturiert wie der linke. Petrowskij ermittelte ein Verhältnis von rechts zu links von 3:2.
Der rechte Hauptbronchus reißt meist nahe am Tracheo-Bronchialwinkel ab oder ein, während der linke Hauptbronchus auch häufig in der Mitte oder distal rupturiert. (Huzly)
Dies mag wohl in den unterschiedlichen Längenverhaltnissen der beiden Hauptbronchien begründet sein.

	BEIDE HAUPTBRONCHIEN Anzahl: 3 (3.2 %)					
	RECHTER BRONCHIALBAUM		LINKER BRONCHIALBAUM			
	Anzahl	%	Anzahl	%	Gesamt	%
HAUPTBRONCHUS	50	52.6	23	24.2	76	80.0
OBERLAPPEN-BRONCHUS	8	8.4	2	2.1	10	10.5
MITTELLAPPEN-BRONCHUS	4	4.2	-	-	4	4.2
UNTERLAPPEN-BRONCHUS	2	2.1	3	3.2	5	5.3
GESAMT	64	67.3	28	29.5	95	100.0

Tabelle 3: Lokalisationen der Bronchusruptur bei 90 Fällen.

1.8 GESCHICHTE DER BRONCHUSRUPTUR

Da die ersten Bronchusrupturen ausschließlich am Autopsietisch diagnostiziert wurden und später durchgeführte operative Behandlungsversuche fehlschlugen wurde die Bronchusruptur lange Zeit als eine Verletzung angesehen, die in jedem Falle mit dem Tode endete.

1848 Webb — diagnostizierte als erster eine Bronchusruptur bei einem indischen Fußgänger, der von einem Pferdewagen überrollt worden war.

1863 Biermer — beobachtete bei einem 33 Jahre alten Mann, der von einem Wagen überrollt worden war, die klassischen Symtome einer Bronchusruptur:
Dyspnoe, Hautemphysem, Pneumothorax und Hämatothorax.
Seine Verdachtsdiagnose Bronchusruptur wurde durch eine später durchgeführte Obduktion bestätigt.

1873 Seuvre — entdeckte bei der Autopsie einer 74 jährigen Frau, die unter das Rad eines Omnibusses geraten war, die Ruptur eines Hauptbronchus.

1911 Tiegel — schlug, gestützt auf einen Fallbericht und tierexperimentelle Untersuchungen, zum ersten Mal die Therapie einer Bronchusruptur durch eine Naht vor.

1912 Schönberg beschrieb als Erster in einer umfassenden Arbeit von 16 Fällen aus der Literatur und 3 eigenen Fällen Symptome und Therapiemöglichkeiten der Bronchusruptur.

1914 Hotz versuchte bei einem 2 1/2 jährigen Mädchen die Naht einer Bronchusruptur. Das Mädchen verstarb an einer Thrombose des Sinus longitudinalis.

1919 Leveuf berichtete, daß bei einem Versuch, eine Bronchusruptur zu operieren, der Patient bereits bei der Einleitleitung der Narkose starb.

Die allgemeine Auffassung über den absolut tödlichen Verlauf einer Bronchusruptur mußte korrigiert werden, als Krinitzki 1927 von einer Patientin berichtete, die eine Bronchusruptur 21 Jahre lang überlebt hatte. Die Tatsache, daß es möglich war, das akute Stadium einer Bronchusruptur zu überleben, brachte ein neues Verständnis für dieses Krankheitsbild mit sich.

1927 Krinitzki fand bei der Sektion einer 30 jährigen Frau eine Ruptur des rechten Hauptbronchus mit einer Totalatelektase der betreffenden Lunge.
Die Bronchusstümpfe waren retrahiert und bindegewebig verschlossen.Das Unfallereignis lag 21 Jahre zurück.

1931 Nissen führte die erste erfolgreiche Pneumonektomie bei einem Mädchen durch, das unter den infektiösen Komplikationen nach einer Bronchusruptur litt.

1936 Rienhoff gelang ebenfalls eine erfolgreiche Pneumonektomie nach Bronchusruptur.

1939 Colonel diagnostizierte als erster eine durch ein stumpfes Thoraxtrauma entstandene Stenose mit dem Bronchoskop.

1939 Piaget
1941 Löffler u. Nager behandelten partielle Stenosen nach Bronchusrupturen durch Bougierungen. Sie erreichten damit nur vorübergehende Besserungen.Und nicht selten entwickelten sich durch diese Behandlungen rezidivierende Bronchopneumonien.

Die Letalität der Bronchusruptur betrug bis 1931,also bevor Nissen die Aera der chirugischen Therapie einleitete, 70 - 80 %. Sie konnte dann durch die erfolgreich durchgeführten Pneumonektomien erheblich gesenkt werden.
Auf Grund der vielen resezierten Lungen, die histologisch keine Entzündungszeichen aufwiesen, kamen berechtigte Zweifel auf, ob die Pneumonektomie als Therapie der frischen Bronchusruptur und der nicht infizierten spätdiagnostizierten Bronchusruptur weiterhin sinnvoll vertretbar seien.

1945 Sanger führte die erste Naht einer Bronchusläsion bei einem Patienten mit Schußverletzungen durch.

1949 Griffith gelang 7 Monate nach einem Bronchusabriß die erste End-zu-End Anastomose mit plastischer Deckung. Die Lunge entfaltete sich nach der Operation wieder vollständig.

1951 Scannell führte die erste End-zu-End Anastomose direkt nach dem Unfallereignis durch.

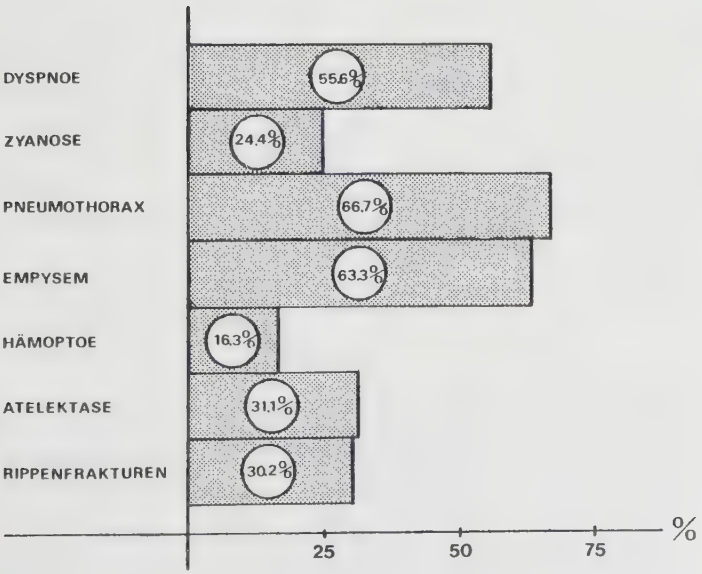
1955 Krauss u. 1956 Derra gelangen die ersten erfolgreichen End-zu-End Anastomosen nach Bronchusrupturen in Deutschland.

In den folgenden Jahren werden mehr und mehr End-zu-End Anastomosen durchgeführt und somit die Operationstechnik vervollkommend.
Von vielen Autoren wird bestätigt, daß eine nicht infizierte über längere Zeit atelektatische Lunge nach der Operation ihre volle Funktionstüchtigkeit wiedererlangen kann.
Gestützt auf diese Erkenntnisse, werden nun vermehrt End-zu-End Anastomosen bei spät diagnostizierten Bronchusrupturen mit Erfolg durchgeführt.

2. SYMPTOMATOLOGIE

Die klinische Symptomatik der Bronchusruptur ist unheitlich. Ein typisches Symtom, wie es bei manchen anderen Verletzungen oder Erkrankungen auftritt, kann für die Bronchusruptur nicht angegeben werden.

Es sind Fälle von Bronchusrupturen beschrieben worden, bei denen jegliche Symtomatik fehlte.
Ferner kann die Bronchusruptur kaschiert auftreten, wenn begleitende Verletzungen anderer Organe, die augenfälliger in Erscheinung treten, über die Schwere der intrathorakalen Verletzung hinwegtäuschen.



Histogramm 2: Häufigkeitsverteilung von Symptomen bei 90 Patienten.

Das Histogramm zeigt die Symptome, die bei meiner statistischen Auswertung am häufigsten diagnostiziert worden sind.
Wenn man in Betracht zieht, daß eine Dyspneu ein relativ uncharakteristisches Symptom für eine Bronchusruptur ist, kommen einem Pneumothorax und einem Emphysem wohl die größte Bedeutung zu.

Dieselben Leitsymptome mit ähnlichen Häufigkeiten werden auch von anderen Autoren bestätigt.

	PNEUMOTHORAX	EMPYSEM
Hood und Sloan, 1959 (82 Fälle)	67.0 %	56.1 %
Chestermann u. Satsangi, 1966 (200 Fälle)	66.0 %	60.0 %
Krauss u. Zimmermann, 1967 (335 Fälle)	67.0 %	54.0 %

Tabelle 4: Häufigkeiten von Pneumothorax und Emphysem in 3 Veröffentlichungen.

Die Atalektase einer Lunge tritt bei den spät diagnostizierten Fällen wesentlich häufiger auf als bei einer frischen Bronchusruptur und kann in diesem Zusammenhang auch als ein Leitsymptom betrachtet werden.

In meiner Auswertung wurde kein Fall gefunden, bei dem eine Bronchusruptur vollkommen asymptomatisch verlaufen ist.
Burke ermittelte in seinem Patientengut, daß 6,8% der Patienten keine Anzeichen für eine Thoraxverletzung oder Bronchusruptur zeigten.

Folgende Symptome sollten immer an eine Bronchusruptur denken lassen und eine entsprechende diagnostische Abklärung veranlassen. (Glinz)

A. PNEUMOTHORAX

der über eine Thoraxdrainage einen stetigen Luftverlust anzeigt und es trotz Saugdrainage nicht zu einer Entfaltung der Lunge kommt.

B. MEDIASTINALEMPHYSEM mit oder ohne SUBCUTANEM EMPHYSEM

C. ATELEKTASE

die durch eine übliche konservative Therapie nicht beseitigt werden kann.

D. HÄMOPTOE und DYSPNOE

in Verbindung mit einem stumpfen Thoraxtrauma.

2.1 DYSPNOE und ZYANOSE

Eine Dyspnoe wurde bei 55,6 % der Patienten als Symptom gesehen. Die erschwerte Atmung, häufig mit Preßatmung, nachschleppender oder aufgehobener Atmung auf der verletzten Thoraxseite, ist zwar ein häufiges aber, auch ein recht unspezifisches Symptom für eine Bronchusruptur.
Sie ist genau wie eine Zyanose, die 24,4 % meiner Patienten aufwiesen, nur im Zusammenhang mit dem Unfallhergang, anderen Symptomen und Befunden, wie ein Pneumothorax oder ein Emphysem, richtig interpretierbar.

2.2 PNEUMOTHORAX

Ob und in welchem Ausmaß ein Pneumothorax bei einer Bronchusruptur entsteht, ist abhängig von der Lokalisation der Rupturstelle am Bronchus.

A. Großer Pneumothorax

Infolge der Ruptur des Bronchus ist die Pleura mediastinalis eingerissen, und die aus dem Bronchus austretende Luft kann ungehindert in die Pleurahöhle eindringen. (Abb.2)
In diesem Falle kommt es zu einem ausgedehnten Pneumothorax, der, wenn ein Ventilmechanismus eintritt, in einen Spannungspneumothorax übergehen kann.
Wird zur Entlastung des Pneumothorax eine Drainage in die Pleurahöhle installiert und füllt sich trotz regelmäßigen Absaugens die Pleurahöhle mit Luft und die kollabierte Lunge dehnt sich nicht aus, so muß

dies als ein konkretes Anzeichen für eine Ruptur der großen Bronchien gewertet werden.

Treten durch ein stumpfes Thoraxtrauma bedingt Rippenfrakturen auf, so muß zusätzlich an eine Lungenparenchymverletzung gedacht werden, die aber selten einem solch großen Pneumothorax verursachen.(Krauss)

Ein Emphysem kann in diesem Zusammenhang völlig fehlen oder unterschiedliche Ausbreitungsgrade aufweisen.

Zeigt sich die Symptomatik so wie oben beschrieben, ist die Verdachtsdiagnose Bronchusruptur einfach zu stellen.

Davies und Krauss beschreiben je einen Fall von Bronchusrupturen, wo es gelungen war, die Diagnose nur an Hand dieser klinischen Zeichen zu stellen.
Als Beispiel sei hier der Fall von Davies beschrieben:

Ein 22 jähriger Arbeiter wurde in einem Kohlebergwerk von einem herabfallenden Dachwerk getroffen und stürzte mit dem Oberkörper auf einen Metallpfosten von 8 cm Durchmesser.
Nach der Klinkaufnahme wurde folgender Status erhoben: Schock, Sternumfraktur, Fraktur der vierten und fünften Rippe rechts, Emphysem und großer Pneumothorax rechts.
Der Patient hustete Blut aus, und aus einer sofort installierten Thoraxdrainage entströmte kontinuierlich Luft.
Die Diagnose Bronchusruptur wurde ohne Bronchoskopie gestellt. 24 Stunden nach Ankunft des Patienten in der Klinik wurde eine Thorakotomie durchgeführt.
Intraoperationem zeigte sich, daß der rechte Hauptbronchus direkt proximal der Abgangsstelle des Oberlappenbronchus durchtrennt worden war.
Die beiden Bronchusstümpfe wurden mit Einzelknopfnähten anastomosiert.
Der postoperative Verlauf war gut. Am 16. Tag konnte

der Patient bei gutem Wohlbefinden entlassen werden.

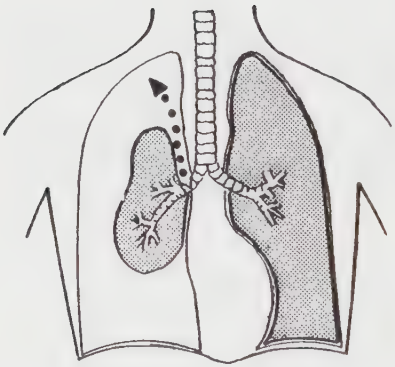


Abbildung 2: Luft tritt in die Pleurahöhle ein

B. Geringfügiger Pneumothorax

Die Pleura ist durch den Rupturmechanismus nicht in Mitleidenschaft gezogen worden oder nur unwesentlich verletzt.
Die aus der Rupturstelle austretende Luft dringt entweder gar nicht oder nur geringfügig in die Pleurahöhle ein. (Abb.3)

Es entsteht entweder nur ein geringer Pneumothorax, der durch eine Thoraxdrainage sofort behoben wird,

oder ein Pneumothorax fehlt vollkommen.
Die aus der Ruptur austretende Luft infiltriert schnell das lockere Gewebe des Mediastinums und breitet sich dort aus.
Verursacht in den Bronchusriß eingeklemmtes Mediastinalgewebe einen Ventilmechanismus, so verteilt sich die Luft innerhalb kurzer Zeit im subcutanen Gewebe der Thoraxwand, des Halses und bis hin zum Gesicht.

Symptomatisch steht in diesen Fällen das ausgedehnte Mediastinal- und Subcutanemphysem im Vordergrund.

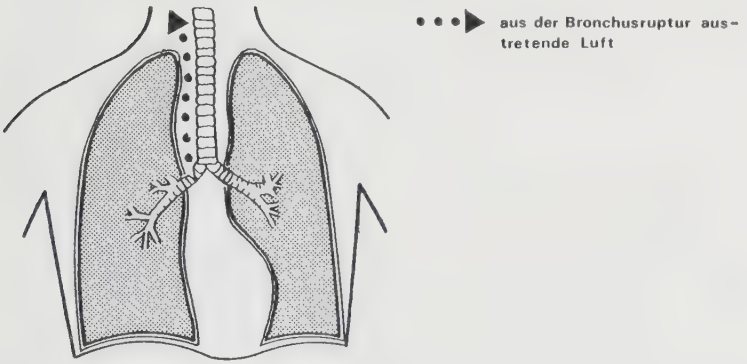


Abbildung 3: Luft tritt nicht in die Pleurahöhle ein

C. Kein Pneumothorax

Die Rupturstelle am Hauptbronchus wird durch Hilusgefäße abgedichtet, oder das peribronchiale Gewebe hält die Luftpassage durch den Bronchus aufrecht.
Die gar nicht oder nur geringfügig austretende Luft aus dem Bronchus ist nicht in der Lage, einen ausge-

dehnten, röntgenologisch gut sichtbaren Pneumothorax oder ein Mediastinalemphysem größeren Ausmaßes zu verursachen.

In solchen Fällen ist die sofortige Diagnose äußerst schwierig, denn die Symptome stellen sich wie bei einer normalen Thoraxprellung dar und klingen meist durch eine konservative Therapie schnell ab.
Innerhalb weniger Wochen nach dem Unfall wird die Rupturstelle durch Granulationsgewebe blockiert, und die betreffende Lunge wird atelektatisch.
Hat der Patient hierdurch keine größeren Einschränkungen im Wohlbefinden, die ihn zum Arztbesuch veranlassen könnten, werden solche Bronchusrupturen häufig erst nach Jahren zufällig diagnostiziert.

2.3 EMPHYSEM

2.3.1 Mediastinales Emphysem

Bei meiner Auswertung von 90 Fällen wurde ein isoliertes Mediastinalemphysem in 27,8 % der Fälle diagnostiziert.

Daß die Menge der Luft, die bei einer Bronchusruptur in das Mediastinum eindringt, unterschiedlich groß sein kann und damit ein Emphysem des Mediastinums verschiedene Ausprägungsgrade zeigt, wurde im vergangenen Kapitel beschrieben.
Es ist wichtig zu wissen, daß ein Mediastinalemphysem von großem Ausmaß einen lebensbedrohlichen Zustand für den Patienten darstellt und der sofortigen Therapie bedarf.
Durch eine Kompression der großen zum Herz führenden Gefäße kann es zu fatalen Kreislaufunregel-

mäßigkeiten kommen. Ferner sind Fälle beschrieben worden, wo durch ein Medianstinalemphysem tödliche "äußere Herzbeuteltamponaden" verursacht wurden. (Gebhardt)

2.3.2 Subcutanes Emphysem

Bei 50 % der Patienten trat ein subcutanes Emphysem auf.
In 32,2 % der Fälle zeigte sich ein Emphysem im Halsbereich, bei 25,6 % ein Emphysem der Brustwand und bei 3,3 % ein Emphysem im Gesicht.
Dabei ist anzumerken, daß ein Teil der Patienten Emphyseme zeigte, die über mehrere dieser drei Bereiche verteilt waren.

Welche extremen Ausmaße ein subcutanes Emphysem annehmen kann, berichtet Kim.
Ein 38 jähriger Patient mit einer Bronchusruptur wies ein Emphysem auf, welches sich über den ganzen Körper ausgedehnt hatte.

Mazzei teilt am Fall eines 40 jährigen Patienten mit einer Ruptur des linken Hauptbronchuses mit, daß ein Pneumothorax oder ein Emphysem nicht immer sofort nach dem Unfall in Erscheinung treten braucht.
In diesem Fall waren ein Pneumothorax und ein subcutanes Emphysem erst am 6. Tag nach dem Unfall aufgetreten.
Als Erklärung hierfür kommen seiner Ansicht nach ein nach der Verletzung des Bronchus aufgetretenes Oedem und ein Blutstau in Frage, die die Rupturstelle abdichteten. Erst später, mit einsetzender Nekrose, bedingt durch die Ischämie, kann Luft aus dem Bronchusleck austreten.

Dies ist sicherlich ein seltenes Ereignis und auch der einzige Fall dieser Art unter den 90 von mir ausgewerteten Fällen. Meistens treten die Symptome, wie ein Pneumothorax und Mediastinal- oder Subcutan-Emphysem, innerhalb kurzer Zeit nach dem Trauma auf.

2.3.3 Tiefes Halsemphysem

Dieses Symptom wurde zum ersten Mal 1970 von Eijelaar und van der Heide in die Literatur über Bronchusrupturen eingeführt.
Später wurde das Auftreten dieses Symptoms bei Bronchusrupturen von weiteren Autoren bestätigt.
(Murray, Kirsh, Lotz)

Das tiefe Halsemphysem unterscheidet sich vom subcutanen Halsemphysem dadurch, daß es sich hier um eine Luftansammlung in den tiefen Schichten des Halses, genauer, gesagt innerhalb der Facia colli media handelt.
Wenn ein Mediastialemphysem besteht, so muß die sich anstauende Luft entweichen. Dies geschieht zuerst über die tiefen Gewebsschichten des Halses, entlang der großen Gefäße und der Trachea als direkte anatomische Verbindung zwischen Mediastinum und Hals.
Erst zu einem späteren Zeitpunkt befindet sich diese Luft auch außerhalb der Facia colli media im subcutanen Halsgewebe.

Eijgelaar und van der Heide wiesen dieses Symptom an Hand von Röntgenaufnahmen des Halses und des oberen Mediastinums an einer Untersuchung von 7 Patienten, die im Zeitraum von 1952-1970 an ihrer Klinik wegen Bronchusrupturen behandelt wurden, nach.
Bei 6 dieser 7 Patienten konnte ein tiefes Hals-

emphysem röntgenologisch diagnostiziert werden.
Durch welche geringen Läsionen des Bronchus dieses Symptom bereits hervorgerufen wird, zeigen Eijgelaar und van der Heide an einem Fallbericht:

Ein 29 Jahre alter Patient, wurde wenige Stunden nachdem er ein Thoraxtrauma erlitten hatte, in die Klinik eingeliefert. Es zeigte sich eine deutliche Dyspnoe und eine leichte Zyanose. Die angefertigte Thoraxübersichtsaufnahme enthüllte außer Frakturen der 5., 6. und 7. Rippe im Bereich der hinteren Axillarlinie keine weiteren radiologischen Befunde von Bedeutung.Die anterior-posteriore Röntgenaufnahme der Halsregion stellte eine Luftansammlung innerhalb der Facia colli media entlang des Musculus sternocleidomastoideus dar.
Der Verdacht auf eine Bronchusruptur wurde ausgesprochen und dann bronchoskopisch bestätigt.
Es zeigte sich ein schmaler Riß in der Mucosa eines der Segmentbronchien des linken Unterlappens, der keiner chirugischen Therapie bedurfte.

Selbstverständlich ist das tiefe Halsemphysem kein spezielles Symptom für eine Bronchusruptur. Es ist vielmehr eine direkte Konsequenz eines Pneumomediastinums.
Es ist in Beziehung zu bringen mit jeder Luftansammlung im Mediastinum, wie sie beispielsweise auch bei einer Oesophagusperforation oder einer Ruptur einer Emphysemblase der Pleura visceralis vorkommen kann.

Nach Ansicht von Eijgelaar und van der Heide ist das Symptom des tiefen Halsemphysems ein brauchbares Kriterium, um bei den vielen Thoraxtraumen diejenigen Patienten herauszufinden, die eine mögliche Bronchosruptur haben könnten.
Dies sind dann die Patienten, die einer Bronchuskopie unterzogen werden sollten, um eine Bronchusruptur zu bestätigen oder auszuschließen.

2.4 HÄMOPTOE und HÄMATOTHORAX

Eine Hämoptoe wurde in 16,3 % der Fälle und ein Hämatothorax nur in einem Fall beobachtet.

Die Hämoptoe in Verbindung mit einer Bronchusruptur wird meist durch eine Verletzung der Bronchialgefäße oder durch eine Lungenkontusion verursacht. Der selten auftretende Hämatothorax entsteht häufig durch Blutungen aus Gefäßen der Thoraxwand oder durch Verletzungen intratorakaler Organe.(Heberer)

Bei dem Patienten, der ein Hämatothorax aufwies, wurde während der Autopsie 200 ml Blut aus dem rechten Pleuraraum abgesaugt.Es fand sich ein 4 cm langer Riß im Mittellappen der rechten Lunge.

Von Windheim weist darauf hin, daß ein posttraumatischer Hämato- oder Serothorax sorgfältig entleert werden muß.
Immer wieder treten nach einem solchen Ereignis Pleuraschwarten auf, die als unvermeidliches Ereignis einfach hingenommen werden.

2.5 ATELEKTASE

In 31,1 % der ausgewerteten Fälle wurde eine Atelektase diagnostiziert.

Die Entstehung einer Atelektase in Verbindung mit einer Bronchusruptur zeigt eine gewisse Abhängigkeit von der Art der Bronchusruptur.

A. Partielle Bronchusruptur und Atelektase

Bei partiellen Einrissen der Bronchialwand kommt es selten zu Atelektasen.
Das sich an der Rupturstelle bildende Granulationsgewebe führt in der Regel nur zu einer inkompletten Stenosierung des Bronchus.
Durch die partielle Stenose tritt eine verminderte und fehlerhafte Belüftung des Bronchus und somit der Lunge ein, die eine Störung des Selbstreinigungsmechanismuses des Bronchus bewirkt. Durch eine derartige gestörte Selbstreinigung, mit einer gleichzeitig erschwerten Blutzirkulation, ist der Bronchialbaum einer progredienten Infektion ausgesetzt.

Wird die Bronchusruptur bis zu diesem Zeitpunkt nicht diagnostiziert und entsprechend therapeutisch vesorgt, kommt es in den abhängigen Lungenabschnitten zu Abzessen oder irreversibelen Veränderungen, wie Bronchiektasen oder Karnifikationen. (Krauss)

Viele Untersuchungen haben bestätigt, daß eine Lunge durch eine partielle Stenose weitaus mehr infektionsgefährdet ist als eine Lunge mit komplett stenosiertem Bronchus.

Als Beispiel sei hier Burke erwähnt. Er wertete 167 Fälle von Bronchusrupturen aus und fand bei 72 Patienten (43,1 %) eine posttraumatische Stenose. Davon hatten 75 % eine komplette Stenose ohne Infektion der betreffenden Lunge. 25 % der Patienten hatten eine inkomplette Stenose mit Begleitinfektionen.
Krauss kam in seiner Auswertung von 335 Fällen zu ähnlichen Ergebnissen.

B. Totale Bronchusruptur und Atelektase

Bei totalen Bronchusrupturen werden sowohl die Ligamenta anularia als auch das peribronchiale Bindegewebe durchtrennt.
Daraus resultiert ein Einkrempeln der Bronchusenden. Die Bronchusöffnung verengt sich, hinzukommende aufgelagerte Blutgerinnsel und eine ödematöse Schwellung der Schleimhaut führen zu einem Verschluß des Bronchus, und die Lunge wird atelektatisch.
(Krinitzki, Krauss)

Tritt diese Atelektase sehr schnell nach dem Trauma ein, so stellt sie ein verwertbares Frühsymptom dar, welches den Weg zur richtigen Diagnose zeigen kann.

In meiner Auswertung trat eine Atelektase innerhalb der ersten 72 Stunden nach dem Trauma in 4,4 % der Fälle und in der ersten Woche nach dem Unfall in 11,1 % der Fälle auf.

2.5.1 Pathologie und Histopathologie der atelektatischen Lunge.

A. Bronchien

In der atelektatischen Lunge produzieren die Bronchialdrüsen weiterhin Schleim, der das gesamte Bronchialsystem ausfüllt, es erweitert und bis in die Alveolen vordringen kann.

B. Alveolen

In einer Lunge, die sich längere Zeit im Zustand der Atelektase befindet, sind die Alveolen kollabiert und enthalten zum Teil Restluft und Schleim.

Die Alveolarsepten sind nach jahrelang bestehender nicht infektiöser Lungenatelektase nach einer Bronchusruptur völlig zart und zeigen keine zellige Reaktion oder Bindegewebsvermehrung. (Krauss)

Tierexperimentelle Untersuchungen von Krauss, Petrowskij, Tannenberg und Pinner zeigen, daß solche spaltförmigen, kollabierten Alveolen über Jahre ihre Funktion erhalten können, wenn keine entzündlichen Reaktionen mit Verklebungen und Verödungen hinzukommen.

Petrowskij erzeugte bei einem Tier eine atelektatische Lunge.Nach 6 Monaten sicherte diese Lunge, die im Zustand einer lange dauernden Atelektase war, den Gasaustausch des Versuchstieres, nachdem die gesunde Lunge entfernt worden war.

Strevey, Levine und Johnson sowie Avery und Chernick untersuchten an Lungenbiopsien von Patienten mit Bronchusrupturen und in Tierversuchen das Verhalten der "Surfactants" in atelektatischen nicht entzündeten Lungen.
Sie fanden heraus, daß die verminderte Durchblutung ausreicht, um die surfactants-produzierenden-Zellen am Leben zu erhalten, und daß eine minimale Produktion der oberflächenaktiven Substanzen stattfindet. Wird durch eine Anastomose des rupturierten Bronchus die betreffende Lunge wieder belüftet und durchblutet, ist der physiologische Reiz der Surfactants-Bildung wiedergegeben, und die entsprechenden Alveolarzellen nehmen ihre volle Tätigkeit wieder auf.

C. Gefäße

Krauss fand an atelektatischen Lungen im Tierexperiment Gefäßveränderungen, die sich besonders eindrucksvoll an den mittelgroßen Lungenarterien darstellten.

Bei Lungen, die sich 4 Jahre im Stadium der Atelektase befanden, zeigte sich, daß die Media weitgehend atrophiert war. Elastica interna und externa waren nur durch einen schmalen Bindegewebsstreifen getrennt, der aus kollagenem Bindegewebe und degenerierten Muskelzellen bestand.
Zwischen den Falten der Elastica interna und unmittelbar auf ihr fand sich eine Gewebswucherung, die das Gefäßlumen bis auf einen kleinen Kanal einengte.

Die großen Gefäße vom elastischen Typ zeigten ebenfalls kleine Restlumina und waren teilweise durch Granulationsgewebe verschlossen.

Marsch teilt mit, daß derartige Veränderungen bei experimentell angelegten Lungenatelektasen schon nach 6 Monaten in Erscheinung traten. Er deutete dies als eine Art "Anpassungsfibrose" des Gefäßsystems.

Weber begründet diese Anpassungsfibrose mit einem "alveolo-vaskulären Reflex".
Dies besagt, daß bei Absinken der alveolären O_2-Spannung die Durchblutung der betreffenden Lunge reflektorisch gedrosselt wird.

Wichtig ist insgesamt die Feststellung, daß sich weder am Lungenparenchym noch am Bronchial- oder Gefäßsystem, in nicht infizierten atelektatischen Lungen Veränderungen finden, die nicht reversibel sind.
Dieses Ergebnis wird durch eine große Anzahl erfolgreich operierter Spätfälle, bei denen eine nahe-

zu vollständige Lungenfunktion hergestellt wurde, bestätigt.

2.6 RIPPENFRAKTUREN

Rippenfrakturen wurden bei 30 % der Patienten diagnostiziert.
Die ersten 5 Rippen waren etwa viermal häufiger gebrochen als die 6.-11. Rippe; die 12. Rippe war in keinem der Fälle frakturiert.

Vergleicht man das Alter der Patienten mit der Häufigkeit von Rippenfrakturen, so stellt man fest, daß die Patienten, die älter als 30 Jahre sind, etwa dreimal häufiger Rippenfrakturen in Kombination mit einer Bronchusruptur aufweisen, als die Patienten, die 30 Jahre und jünger sind.

Die Begründung hierfür liegt in der größeren Elastizität des jugendlichen Thorax.

	ANZAHL	Davon haben Rippenfrakturen	%
Patienten älter als 30 Jahre	15	10	66.7
Patienten 30 Jahre und jünger	75	17	22.7

Tabelle 5: Rippenfrakturen in Abhängigkeit vom Alter der Patienten

Burke stellt die Behauptung auf, daß das Fehlen einer Rippenfraktur nach einem stumpfen Thoraxtrauma bei einem Patienten, der älter als 30 Jahre ist, eine Bronchusruptur nahezu ausschließt.

Diese Theorie wird durch meine Untersuchung nicht bestätigt.
Von den 15 Patienten mit Bronchusruptur, die älter als 30 Jahre sind, weisen 5 Patienten (33,4 %) keine Rippenfrakturen auf.

In Anbetracht der Tatsache, daß ungefahr 1/3 aller Patienten mit Bronchusruptur Rippenfrakturen aufwiesen, und in diesen Fällen die ersten 5 Rippen viermal häufiger gebrochen waren als die übrigen, sollte bei einem stumpfen Thoraxtrauma mit Fraktur einer oder mehrerer der ersten 5 Rippen stets an eine mögliche Verletzung der Luftwege gedacht werden.

Noviant ist der Ansicht, daß eine Fraktur der ersten oder zweiten Rippe oder eine Luxation des Chondro-Costalgelenkes des ersten Rippenbogens beweisend für ein schweres Thoraxtrauma sind und die Möglichkeit einer tracheo-bronchialen Verletzung mit einbeziehen.

2.7 SONSTIGE BEGLEITVERLETZUNGEN

Schwere zusätzliche Verletzungen wurden bei 31,4% der Patienten gefunden.

In 10 % der Fälle traten Lungenparenchymverletzungen auf. In ebenfalls 10 % wurden Frakturen der Extremitäten, in 8,9 % Schädelhirntraumen, in 6,7 % Clavicularfrakturen und in 2 % Halswirbelfrakturen diagnos-

tiziert.
Ein Vena cava-Einriß und eine Herzbeuteltamponade wurden je einmal diagnostiziert.

Von den 13 Patienten, die vor, unter oder nach der Operation verstarben, sind 4 Patienten an den Folgen ihrer schweren Begleitverletzungen gestorben.
Bei 5 Patienten verursachten Herz- oder Kreislaufversagen den Tod. Bei 2 Patienten war die Todesursache nicht angegeben.
Nur 2 Patienten verstarben an den direkten Folgen ihrer Bronchusruptur.
In dem einen Fall handelte es sich um eine unzureichende Thoraxdrainage eines Pneumothorax.In dem anderen Fall war eine Aspirationspneumonie, wobei der rupturierte Bronchus den Infektionsweg darstellte, die Todesursache.

Diese ermittelten Zahlenwerte zeigen, daß ein Patient, der mit einer Bronchusruptur nach stumpfem Thoraxtrauma in eine Klinik eingeliefert wird und dort stirbt, nur zu etwa 20 % durch die direkten Folgen seiner Bronchusruptur umkommt.
Dieser relativ geringe Prozentsatz zeigt aber andererseits, daß es für das Überleben des Patienten in einem solchen Fall zu Anfang wichtiger ist, den lebensbedrohlichen Zustand des Patienten durch notfallmedizinische Maßnahmen in den Griff zu bekommen, als die Bronchusruptur sofort zu diagnostizieren.

3. DIAGNOSE

3.1 DIAGNOSEZEITPUNKT

Obwohl in vielen Veröffentlichungen über Bronchusrupturen gezeigt worden ist, daß eine frühe Diagnose mit einer sofortigen, die Kontinuität der Atemwege herstellenden operativen Therapie, die besten anatomischen und funktionellen Ergebnisse mit sich bringt, gilt die frühzeitige Diagnose einer Bronchusruptur nach einem stumpfen Thoraxtrauma immer noch als nicht selbstverständlich.

Hood und Sloan stellten 1959 an Hand einer Untersuchung über 90 Fälle von Bronchusrupturen fest, daß innerhalb der ersten 24 Stunden nach dem Trauma 33,3 % der Bronchusrupturen diagnostiziert worden waren.
Weitere 8,8 % wurden bis zum 7. Tag, 16,6 % bis zum 30. Tag, 25,5 % bis zum 6. Monat und 11,6 % bis zum Ende des 5. Jahres nach dem Unfall diagnostiziert.

Burke ermittelte 1962 bei seiner Auswertung von 167 Fällen von Bronchusrupturen, daß in 68 % der Fälle die richtige Diagnose erst gestellt wurde, als bereits Stenosen der Bronchien in Verbindung mit Atelektasen vorlagen.

Krauss und Zimmermann untersuchten 1967 335 Fälle aus der Weltlitaratur und teilten mit, daß in 25% der Fälle die Diagnose Bronchusruptur innerhalb der ersten Woche gestellt wurde.
In 12 % der Fälle innerhalb der 2. bis 6.Woche und nach 6 Wochen wurde die Bronchusruptur in 41 % der Fälle diagnostiziert.

	DIAGNOSEZEITPUNKT						
	0.-24. Std.	25.Std.-7. Tag	8.Tag-30.Tag	31.Tag-6. Mon.	7.Mon.-5.Jahr	5 J. u.m.	GESAMT
ANZAHL	39	2	17	14	5	5	82
%	47.6	2.4	20.7	17.1	6.1	6.1	100.0

Tabelle 6: Diagnosezeitpunkt von Bronchusrupturen bei 82 eigenen Fällen

Bei meiner Auswertung von 90 Bronchusrupturen war bei 82 Fällen der Zeitpunkt der Diagnose genau bestimmt.

In 47,6 % der Fälle wurde die Diagnose Bronchusruptur innerhalb der ersten 24 Stunden gestellt, in 50 % der Fälle innerhalb der ersten Woche.

Im Vergleich zu den von Hood und Sloan, Burke und Krauss ermittelten Häufigkeiten bedeuten diese von mir ermittelten Prozentwerte, daß in den vergangenen 10 Jahren eine deutliche Verbesserung der Frühdiagnose der Bronchusruptur stattgefunden hat.
Andererseits aber zeigen diese von mir ermittelten Häufigkeiten über den Diagnosezeitpunkt, daß trotz einer verbesserten Frühdiagnose immer noch 5o % der Bronchusrupturen zu einem Zeitpunkt diagnostiziert werden, wo bereits totale Stenosen und damit verbundene Atelektasen oder partielle Stenosen mit rezidivierenden Pneumonien oder Bronchiektasen bestehen, die erhebliche Funktionseinbußen der Lunge mit sich bringen.

Diese Tatsache bedeutet, daß es auch heute von äusserster Wichtigkeit ist, die Bronchusruptur zu einem frühen Zeitpunkt zu erkennen, um den Patienten einer Therapie zuführen zu können, die auf die besten funktionellen Ergebnisse hoffen läßt.

3.2 PROBLEMATIK DER DIAGNOSE

Die heutigen diagnostischen Möglichkeiten um eine Bronchusruptur zu erkennen sind vollkommen ausreichend.
Die Problematik der Diagnose liegt im zeitgerechten tatsächlichen Einsatz dieser diagnostischen Hilfsmittel.(Zacherl)
Dies setzt aber voraus, daß bei jedem stumpfen Thoraxtrauma mit den entsprechenden klinischen und röntgenologischen Verdachtszeichen, wie sie in Teil 2 dieser Arbeit beschrieben sind, an die Möglichkeit einer Bronchusverletzung gedacht wird.

Burke stellt in seiner Arbeit fest, daß nur bei 11% seiner Patienten die Symptomatik so klar war, daß die Diagnose sofort gestellt werden konnte.

Die übrigen 89 % der Patienten stellen das eigentliche diagnostische Problem dar.
Hier gibt es keine eindeutigen Kriterien, um die Patienten von einander zu unterscheiden, die ein Thoraxtrauma mit und jene, die ein Thoraxtrauma ohne Bronchusruptur haben.

Burke teilt diese "Problempatienten" in zwei Gruppen auf:

A. Patienten, deren Zustand sich nach Klinikaufnahme nicht schnell bessert.

Zu dieser Gruppe gehören etwa 21 % der Patienten. Hier handelt es sich um Fälle, die nach der Aufnahme in die Klinik, trotz der üblichen Notfallmaßnahmen wie Schocktherapie, Thoraxdrainage und Beatmung, in einem schlechten Zustand bleiben.
In den meisten Fällen dehnt sich die Lunge trotz Saugdrainage nicht aus.
Weiterführende diagnostische Maßnahmen wie Tomographie, Bronchographie oder Bronchoskopie werden durchgeführt und erbringen dann in den meisten Fällen die richtige Diagnose.

B. Patienten, deren Zustand sich nach Klinikaufnahme schnell bessert.

Diese Gruppe macht bei Burke 68 % seiner Patienten aus.
Sie stellen den Kreis der Patienten dar, bei denen eine Bronchusruptur leicht übersehen wird.

Die Symptome und Befunde wie Rippenfrakturen, Hämatothorax, subcutanes Emphysem oder Pneumothorax sind leicht zu stabilisieren, und weitere Untersuchungen werden unterlassen.
So wurde bei 79 % der Patienten, die eine unbemerkte Bronchusruptur hatten, eine Pneumothorax erfolgreich mit einer einfachen Thoraxdrainage behandelt.
Die Lunge dehnte sich ohne Komplikationen wieder aus.

Wenn eine effizientere Frühdiagnostik der Bronchusruptur erreicht werden soll, dann ist es diese Patientengruppe von Thoraxverletzten, denen in der Unfallambulanz eine besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden muß.

Durch das einfache "Darandenken" bei bestimmten Einzelsymptomen oder Symptomenkomplexen, wie in Teil 2 beschrieben, ist es möglich, die Sofortdiagnose Bronchusruptur in einer noch größeren Anzahl von Fällen zu stellen.

3.3 DIAGNOSTISCHE MASSNAHMEN

3.3.1 Intrapleurale Druckmessung

Wird ein Pneumothorax mittels Drainage entlastet,und füllt sich die Pleurahöhle trotz Absaugens mit Unterdruck ständig nach und die Lunge dehnt sich nicht aus, so ist dies ein diagnostisches Zeichen, das immer an eine Verletzung der großen Luftwege denken lassen sollte.

In meiner Untersuchung wurde in 10,8 % der Fälle an Hand dieser Beobachtung die Verdachtsdiagnose Bronchusruptur erhoben und dann bronchoskopisch bestätigt.

Burke berichtet, daß in seiner Arbeit in 33 % der Fälle ein ständiger Luftverlust über eine Thoraxdrainage den Weg zur richtigen Diagnose zeigte.

Bei Krauss waren es 23 % der Frühfälle, die durch eine intrapleurale Druckmessung und das Ablassen eines Pneumothorax den Hinweis für das Vorliegen einer Bronchusruptur gaben.

Als Unterscheidungkriterium, ob der Luftverlust über eine Thoraxdrainage durch eine Bronchus- oder Trachearuptur oder eine Lungenparenchymverletzung verursacht ist, teilt Wolff mit, daß bei einem Leck im Lungenparenchym die CO_2-Konzentration in der über die Thoraxdrainage entweichenden Luft größer ist als in der Außenluft.

3.3.2 Thoraxübersichtsaufnahme

Die Thoraxübersichtsaufnahme ist nach einem Thoraxtrauma immer und in zwei Ebenen durchzuführen.
Sie gibt Auskunft über Lage und Ausdehnung eines Pneumothorax, von Atelektasen, Mediastinalverschiebungen, Emphysemen, Ergußbildungen und Frakturen.

3.3.2.1 Pneumothorax

Eine Röntgenübersichtsaufnahme am liegenden Patienten gibt einen Pneumothorax nicht immer wieder.
Zur diagnostischen Absicherung eines fehlenden Pneumothorax sollte eine Aufnahme, wenn möglich,in aufrechter Haltung des Patienten zusätzlich gemacht werden. (Johannson)

Kook Sang Oh, Kumpe und Kirsh berichten von einem charakteristischen röntgenologischen Befund bei einer Totalruptur eines Hauptbronchus.
Kumpe bezeichnet diesen Befund als "FALLING LUNG".
Dieser Befund erleichtert die Differenzierung zwischen einem Pneumothorax mit und einem Pneumothorax ohne Ruptur eines Hauptbronchus.

Bei einem Pneumothorax ohne Ruptur eines Hauptbronchus fällt die Lunge, wenn sich der Patient in Rücken-

lage befindet, zum Mediastinum hin und in aufrechter Haltung in Richtung Mediastinum und Diaphragma.
Dies ist dadurch bedingt, daß die Hilusstrukturen, wie Bronchien und Gefäße eine Art Ankermechanismus für die kollabierte Lunge darstellen.

Diese Verhältnisse ändern sich, wenn der Ankermechanismus durch eine Totaldurchtrennung eines Hauptbronchus verlorengeht.
Die kollabierte Lunge fällt in diesem Falle nicht zum Mediastinum hin, sondern vom Mediastinum weg.

Diese beiden unterschiedlichen Positionen der Lunge, einmal zum Mediastinum hin bei einem Pneumothorax ohne Bronchusruptur und vom Mediastinum weg bei einem Pneumothorax mit Bronchusruptur, lassen sich nach Meinung der Autoren im Röntgenbild gut erkennen.

Als weiteren diagnostischen Hinweis machen die Verfasser darauf aufmerksam, daß bei einem Pneumothorax ohne Bronchusruptur die obere Begrenzungslinie der kollabierten Lunge sich im Röntgenbild etwa in Höhe des entsprechenden Hauptbronchus befindet.
Bei der Totalruptur eines Hauptbronchus wird die obere Begrenzungslinie der Lunge deutlich unterhalb des Niveaus des entsprechenden Hauptbronchus gefunden.

3.3.2.2 Emphysem

Ein Pneumomediastinum kann in einem Frühstadium,zu einem Zeitpunkt wo noch kein Hautemphysem vorliegt, röntgenologisch an einer Luftsichel zwischen der linken Herzkontur und der Pleura mediastinalis erkannt werden. (Gebhardt u.a.)

Liegt ein Hautemphysem vor, so ist es oft schwierig zu differenzieren, von wo das Hautemphysem ausgeht. Die mächtigen subcutanen Luftmassen verbergen oft einen Pneumothorax. Es ist schwer zu sagen,ob das massive Emphysem durch einen Pneumothorax oder durch Luft, die direkt aus der Trachea stammt, hervorgerufen wird.
Bei solcher Ungewißheit kann eine zweite Übersichtsaufnahme in geänderter Strahlenrichtung oder eine Hartstrahlaufnahme gute Dienste leisten.
(Jenny zit.bei Seidel)

Eijgelaar und van der Heide empfehlen außer der üblichen Thoraxübersichtsaufnahme eine Röntgenaufnahme des oberen Mediastinums und des Halses.
Denn nur auf diesen Aufnahmen, kann ein tiefes Halsemphysem, das als Frühsymptom einer Luftansammlung im Mediatinum anzusehen ist, diagnostiziert werden.
(siehe dazu Punkt 2.3.3)

3.3.2.3 Atelektase

Diagnostische Schwierigkeiten bei der Auswertung einer Atelektase im Röntgenbild bestehen, wenn ein Pneumohamatothorax mit zusätzlichen frischen oder älteren Pleuraadhäsionen vorliegt, da diese eine vollständige Atelektase verhindern können. (Krauss)

3.3.2.4 Weitere röntgenologische Zeichen

Eine scharfe Abknickung, eine Verlagerung oder eine Unterbrechung des Luftbandes eines Hauptbronchus

können auf einer einfachen Übersichtsaufnahme sichtbar sein und ergeben dann ein wichtiges Indiz für eine Bronchusruptur. (Muhrer, Polin)

Ebenfalls spricht für eine Bronchusruptur eine feine, dünne, aufleuchtende Linie, parallel zu einem der beiden Hauptbronchien, die hervorgerufen wird durch Luft, die den Bronchus verläßt und in das angrenzende Gewebe wandert. (Polin)

3.3.3 Tomographie

Die Tomographie stellt eine wesentliche Ergänzung zur Röntgenübersichtsaufnahme dar, um einen orientierenden Einblick in den Verlauf von Trachea, Bifurkation und Hauptbronchien zu erhalten.
Sie stellt für den Verletzten keine große Belastung dar und ist deshalb besonders für solche Fälle geeignet, bei denen, wegen des schlechten Allgemeinzustandes und der respiratorischen Störungen des Patienten, eine sofortige Bronchoskopie nicht möglich ist.
(Truckenbrodt, Krauss)

Die richtige Ebene liegt bei Schichttiefen von 9-11 cm. Bei einwandfreier Technik gelingt es bereits auf diese relativ schonende Weise, die Ruptur eines Hauptbronchus nachzuweisen.

3.3.4 Bronchographie

Die Bronchographie sollte als diagnostisches Hilfsmittel nicht im akuten Stadium einer Bronchusruptur angewandt werden, da sie den Patienten zu sehr belastet und da das Kontrastmittel eventuell Schäden an der Rupturstelle verursachen kann.
(Weisel und Jake)

Bei den Spätfällen dagegen, wo es auf Grund der Bronchusruptur zu narbigen Stenosen oder zu einem Verschluß der distrahierten Rupturenden geführt hat, ist die Bronchographie eine wertvolle Ergänzung der Tomographie. (Krauss)

Nach einem Thoraxtrauma verzögert auftretender Stridor, Kurzatmigkeit, wiederkehrende Pneumonien oder

bei Volumenverlust einer Lungenseite oder eines ihrer Segmente, sollte die Bronchographie als zusätzliche Untersuchung zur Bronchoskopie durchgeführt werden. Denn Bronchogramme sind oft hilfreich bei der Feststellung, ob hinter partiellen Stenosen das Gewebe durch eiternde Prozesse oder Bronchiektasen irreparabel geschädigt ist.

3.3.5 Bronchoskopie

Die Bronchoskopie ist die beste Methode, nicht nur um die Diagnose Bronchusruptur zu stellen, sondern auch um die Lage, Art und das Ausmaß der Ruptur zu ermitteln.
Aber leider wird bei Thoraxverletzten diese so wichtige diagnostische Maßnahme, wie in vielen Fällen berichtet, zum entscheidenden Zeitpunkt oft unterlassen.

Von Windheim hat in seiner Untersuchung über Fehler bei der Erstversorgung von Thoraxtraumatisierten festgestellt, daß in den meisten Fällen das Nichterkennen von tracheobronchialen Defekten darauf zurückzuführen ist, daß nicht bronchoskopiert worden ist.

Einen typischen und zugleich tragischen Fall dazu schildert Zacherl:

Ein 9 jähriger Junge wurde von einem Auto überfahren. Bereits kurze Zeit nach dem Unfall trat links ein Spannungspneumothorax auf, der unmittelbar nach der Krankenhausaufnahme drainiert wurde.
Da die Menge der so abgeleiteten Luft ständig zunahm, wurde sofort die Indikation zur linksseitigen Thorakotomie gestellt.

Bei der Operation fand sich nur maßig gequetschtes Lungenparenchym, welches keine Resektion erforderte.

Wegen einer gewissen postoperativen Ateminsuffizienz wurde der Patient nicht extubiert, und die Atmung über einige Stunden weiter assistiert.
Dabei kam es plötzlich zu einem zusätzlichen Spannungspneumothorax rechts, worauf der Patient nach wenigen Stunden starb.

Bei der Obduktion wurde eine Ruptur des rechten Unterlappenbronchus gefunden.

Unter Berücksichtigung des klinischen Verlaufs mußte angenommen werden, daß es, bei zunächst intakt gebliebener Pleura der rechten Seite, zum Luftaustritt über das Mediastinum in die linke Thoraxhälfte gekommen war, und daß postoperativ, während der assistierten Beatmung die Pleura über dem verletzten Bronchus erst nachtraglich rupturierte und sich dann auf der rechten Seite ein Spannungspneumothorax entwickelte.

Zacherl selbst ist rückblickend der Meinung, daß in diesem Fall eine präoperative Tomographie der zentralen Bronchien, oder eine am Operationstisch durchgeführte Bronchoskopie, die eindeutige Diagnose mit den entsprechenden therapeutischen Konsequenzen ergeben hätte und das Leben des Jungen wahrscheinlich hätte retten können.

Einen ähnlichen Fall, allerdings nicht mit so tragischem Ausgang, berichtet Fagenholz:

Auch hier wurde während der Operation einer Tibiafraktur, mit gleichzeitiger Splenektomie eines polytraumatisierten Patienten, die Chance zur Bronchoskopie nicht wahrgenommen und eine Ruptur des rechten Hauptbronchus nicht diagnostiziert.
Erst als die Lunge am 35. Tag nach dem Unfall atelek-

tatisch wurde, wurde bronchoskopiert und die Diagnose gestellt.
Leider war die Lunge zu diesem Zeitpunkt schon entzündet. Am 84. Tag nach dem Unfall wurde eine Pneumonektomie durchgeführt.

Natürlich kann eine Bronchoskopie nur dann durchgeführt werden, wenn es der klinische Zustand des meist polytraumatisierten Patienten erlaubt.
Die Indikation zur Bronchoskopie sollte nicht zu eng gestellt werden und besonders immer in den Fällen durchgeführt werden, wenn, wie oben berichtet, ohnehin eine Vollanaesthesie zwecks Operation von Begleitverletzungen notwendig ist.

Jede Bronchoskopie beinhaltet das Risiko, daß sich der klinische Zustand des Patienten verschlechtert.

Noviant berichtet von 278 Thoraxverletzten, wovon 10 Patienten tracheobronchiale Rupturen hatten.
Bei 3 Patienten wurde keine Bronchoskopie durchgeführt, da der klinische Zustand dies nicht zuließ.
Bei den 7 Patienten, die bronchoskopiert wurden, kam es in einem Fall zu einem Herzstillstand und in einem anderen Fall zu einer rapiden Verschlechterung der Atmung.

Noviant stellt 4 Regeln für eine Bronchoskopie von Thoraxverletzten auf:

A. Günstige technische Bedingungen

- Die Bronchoskopie sollte im Operationssaal durchgeführt werden.

- Der Bronchoskopierende sollte sich mit der Art der Bronchoskopie bei Bronchusrupturen auskennen und auch unter technisch sehr schwierigen Bedingungen, wie beispielsweise wenn die Bronchien mit Blut und Schleim ange-

füllt sind,arbeiten können.

- Der Anaesthesist sollte über eine entsprechende Erfahrung in der Anaesthesie bei Bronchoskopien verfügen.

- Das Chirurgenteam sollte in Operationsbereitschaft sein, um bei einer massiven Verschlechterung des klinischen Zustandes des Patienten oder im Fall eines Herzstillstandes, eine Notthorakotomie sofort durchführen zu können.

B. Das Bronchoskop sollte eine gleichzeitige Beatmung ermöglichen.

C. Die Pleuradrainage sollte wirkungsvoll sein.

D. Der klinische Zustand des Patienten sollte relativ zufriedenstellend sein.

In den von mir ausgewerteten 90 Fällen war in 65 Fällen der Weg zur Diagnose aus den Fallberichten genau zu bestimmen.
Die Bronchoskopie war mit 53,8 % das häufigste diagnostische Verfahren, welches die Diagnose Bronchusruptur stellte.

Bei Hood und Sloan wurde in einer Untersuchung an 85 Fällen in 63,5 % und bei Krauss in einer Untersuchung von 335 Patienten in 38,0 % der Frühfälle, die Bronchoskopie als entscheidendes diagnostisches Verfahren angegeben.

Einen Oberblick, in wie vielen Fällen welche diagnostische Maßnahme die entscheidende Diagnose Bronchus-

ruptur erbrachte, oder welche Symptomatik den richtigen Diagnoseverdacht auslöste, der dann später als richtig bestätigt wurde, zeigt die folgende Tabelle:

	Anzahl der Fälle	%
Bronchoskopie	35	53.8
Röntgenübersichts- o. Schichtaufnahme	8	12.3
Luftleck der Thoraxdrainage	7	10.8
Thorakotomie	8	12.3
Bronchographie	4	6.2
Obduktion	3	4.6
GESAMT	65	100.0

Tabelle 7

Die Bronchoskopie führte in den meisten Fällen zum Erfolg, wobei zu berücksichtigen ist, daß auch ein negativer Befund wertvoll ist.

In meiner Untersuchung fand ich nur 2 Fälle, bei denen eine Bronchoskopie durchgeführt wurde, die kein Ergebnis brachte.
In beiden Fällen waren Blutungen in das Bronchuslumen hinein, die die Sicht versperrten, die Ursachen.
In beiden Fällen erbrachte dann die darauf durchgeführte Thorakotomie die richtige Diagnose.

3.3.6 Probethorakotomie

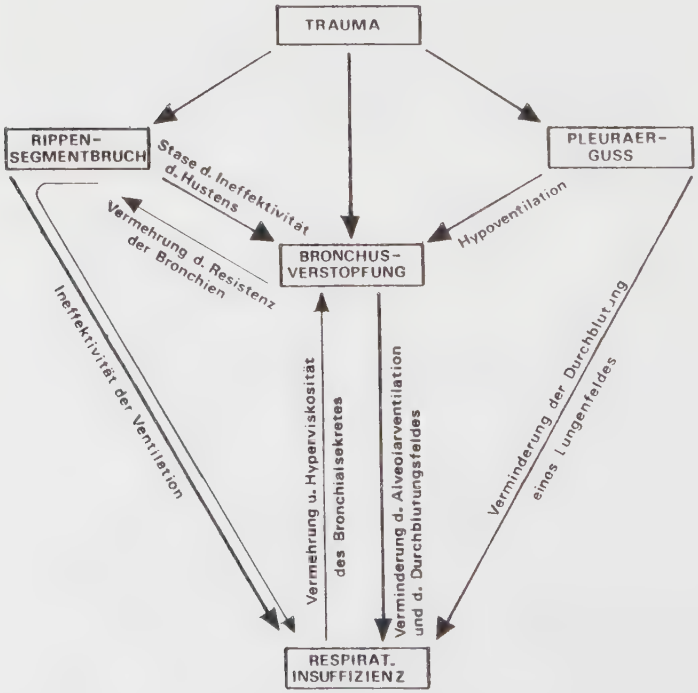
Die Thorakotomie sicherte in meiner Untersuchung in 12,3 % der Fälle die Diagnose.
Sie wurde dann durchgeführt, wenn die zuvor beschriebenen diagnostischen Maßnahmen keinen Erfolg zeigten, oder wenn der Zustand des Patienten so akut war, daß für eine ausführliche Diagnostik die Zeit nicht gegeben war.

Auch bei Schwerstverletzten nach Thoraxtraumen, in kritischem klinischen Zustand, bei denen der Verdacht einer Verletzung der großen Luftwege besteht und konservative Maßnahmen nicht zur Verbesserung des Zustandes des Patienten führen, sollte mit der Thorakotomie nicht gezögert werden.
Unsere heutigen Fortschritte in der Schockbehandlung, Anaesthesie und Beatmungstechnik ermöglichen selbst beim Schwerverletzten solche dringenden chirurgischen Eingriffe mit einer berechtigten Aussicht auf Erfolg.

4. THERAPIE

4.1 SOFORTMASSNAHMEN

Die Therapie einer frischen Bronchusruptur ist zunächst symptomatisch.
Sie dient dazu, durch geeignete Sofortmaßnahmen den akut lebensbedrohlichen Zustand des Patienten zu überwinden oder die Entstehung einer lebensbedrohlichen Symptomatik zu vermeiden.
Welche patho-physiologischen Mechanismen durch ein stumpfes Thoraxtrauma ausgelöst werden, und welche Faktoren zu einer respiratorischen Insuffizienz führen können zeigt ein Schema von Couraud. (zit. bei Bergmann u. Opitz)



Schema 1: Pathophysiologische Mechanismen des stumpfen Thoraxtraumas

4.1.1 Freihalten der Atemwege

In vielen Fällen gefährdet die Aspiration von Blut und Sekret akut eine normale Lungenbelüftung.
Zu einem lebensbedrohlichen Zustand kommt es, wenn Blutgerinnsel und Blut durch Husten und Aspiration zusätzlich in den Bronchus der gesunden Seite gelangen. (Seidel)
Das Absaugen des Tracheobronchialbaumes ist unbedingt notwendig. Notfalls ist eine Tracheotomie oder eine endotrachiale Intubation notwendig.

4.1.2 Schockbekämpfung

Die intensive Schocktherapie ist unerläßlich. Eine zweckentsprechende Infusionstherapie mit Blutersatzlösungen, der Ausgleich des Säure-Basen-Haushaltes, eventuell eine Tracheotomie mit Blockade des verletzten Bronchus und eine künstliche Beatmung sind die Maßnahmen, die im Vordergrund stehen. (Krauss)

4.1.3 Mediastinalemphysem

Mack hebt hervor, daß vor allen Dingen für den Unerfahrenen eine schwierige Situation entsteht, wenn ein Patient mit einem beidseitigem Pneumothorax oder einem Spannungspneumothorax und einem zusätzlichen massiven Mediastinalemphysem eingeliefert wird.
Eine Thoraxübersichtsaufnahme könnte die Diagnose

häufig schnell sichern, aber der Zustand des Patienten läßt dies nicht zu.
Als Erstversorgung empfiehlt sich hier immer eine intercostale Drainage, notfalls beidseitig. Tritt keine Besserung ein, so ist auch am Unfallort eine kollare Mediastinotomie gerechtfertigt.
Auch Krauss empfiehlt in diesem Fall, da bei rascher Ausdehnung die Gefahr einer lebensbedrohlichen Herztamponade besteht, die kollare Mediastinotomie.

Hat ein Mediastinalemphysem ohne Spannungspneu nicht solche massiven Ausmaße, so bedarf es keiner Sofort-therapie.Die entsprechenden diagnostischen Maßnahmen werden unmittelbar vorgenommen. Eine mögiche kausale Therapie schließt sich an.

4.1.4 Subcutanes Emphysem

Subcutane Emphyseme sollten durch Stichinzision und Einführen von Drainagen behandelt werden.

Krauss ist der Meinung, daß ein Hautemphysem keinerlei lebenswichtige Funktionseinbußen bedingt und daher, ebenso wie ein geringfügiger Hämatothorax, keiner sofortigen Therapie bedarf.

4.1.5 Pneumothorax

Die Therapie der Wahl ist eine Thoraxpunktion im 2. ICR medioclavicular oder im 6. ICR in der mittleren Axillarlinie in Verbindung mit der Installation einer Drainage.
Normalisieren sich die intrapleuralen Druckverhältnisse nicht und die Lunge dehnt sich nicht aus, so ist ein Sog von -20 bis -100 cm H_2O anzulegen.
(Heberer)

Krauss schlägt bei einem Pneumothorax mit Verdacht auf Bronchusruptur eine sofortige intrapleurale Druckmessung vor.
Handelt es sich um einen einfachen Pneumothorax, das heißt liegen Druckwerte von -10 bis 0 cm H_2O vor, so sollte dieser Zustand bis zur vollständigen Abklärung der Diagnose belassen werden.Da eine zentrale bronchiale Verletzung durch die kollabierte Lunge abgedichtet sein kann, würde ein Ablassen des Pneumothorax in diesem Fall, unter Ausdehnung der Lunge, zur Eröffnung der bereits provisorisch verschlossenen Rupturstelle führen.
Neben der damit verbundenen Infektionsgefahr, werden durch die Änderungen der intrapleuralen Druckverhältnisse außerdem Blutungen aus kleinen pleuralen Gefäßen und der oft mit zerissenen A.bronchialis provoziert.

4.1.6 Spannungspneumothorax

Der Spannungspneumothorax erfordert eine sofortige Entlastungspunktion mit dicker Ventilkanüle und Anschluß an eine Bülau-Saugdrainage.

Bringt diese Sofortmaßnahme keinen Erfolg, so ist dies eine absolute Indikation zur Thorakotomie. Denn die rasch auftretende thorakale Druckänderung ruft eine Atmungs- und Kreislaufinsuffizienz hervor, die selbst bei jungen Menschen zur akuten Lebensbedrohung wird.
Die Atemstörungen werden bewirkt, durch eine Mediastinalverschiebung zur nicht betroffenen Lungenseite, die eine Kompression der noch intakten Lunge verursacht. Der venöse Rückstrom zum rechten Herzen ist behindert, und die unzureichende Herzfüllung hat fatale Folgen für den Kreislauf.

Welche Folgen eine nicht ausreichende Entlastung und Drainage eines Spannungpneumothorax haben kann, schildert Zacherl in einer Fallbeschreibung:

Ein 10 jähriger Junge stürzte aus 3 m Höhe und wurde einige Stunden später mit einem rechtsseitigen Spannungspneumothorax in eine Klinik eingeliefert.
Nach Entlastung mittels Pleuradrainage besserte sich der Allgemeinzustand rasch.
Doch im Anschluß an einige Hustenstöße trat eine rapide Verschlechterung ein, und es kam in kurzer Zeit zum Erstickungstod.
Die autoptische Abklärung ergab, daß die Drainage der rechten Pleurahöhle das Luftangebot aus einer Ruptur des rechten Hauptbronchus nicht verkraften konnte.
Via Mediastinum mußte die überschüssige Luft in den linken Pleuraraum ausweichen und erzeugte so einen zusätzlichen Pneumothorax.

Zacherl bemerkt dazu, daß ein dickeres Drain oder eine zweite Drainage den tragischen Ausgang hätte verhindern können.

4.1.7 Infektionsprophylaxe

Weber empfiehlt eine möglichst frühe Antibiotikagabe, um einer möglichen Infektion, die eine spätere chirurgische Rekonstruktion des verletzten Bronchus verkompliziert, vorzubeugen.

4.2. KONSERVATIVE THERAPIE

Geringfügige und symptomarme Läsionen am Bronchus werden konservativ behandelt.

Kirsh rät nicht zur Operation, wenn die Bronchusruptur kleiner als 1/3 des Bronchusumfanges der Haupt- oder Lappenbronchien ist, die Lunge sich vollständig ausgedehnt hat, und über eine Bülau-Drainage kein Luftverlust mehr feststellbar ist.
Ebenso rät er zu einer konservativen Therapie bei der Ruptur von peripheren Bronchien, da die End-zu-End Anastomosen, auf Grund des kleinen Lumens, äußerst schwierig und wenig erfolgversprechend sind.

4.3. OPERATIVE THERAPIE

Welche Möglichkeit der operativen Therapie gewählt wird, ist abhängig von der Art und dem Ausmaß der Ruptur und vom Zeitpunkt der Diagnosestellung mit den damit verbundenen Veränderungen am Bronchus und in den abhängigen Lungenabschnitten.

4.3.1 Bronchusleckverschluß

Längsrisse der Pars membranacea des Bronchus werden durch einfache Einzelknopfnähte verschlossen.
Bei größeren Substanzdefekten empfiehlt sich eine plastische Deckung, die extraluminal angebracht wird.

4.3.2 End-zu-End Anastomose

Die günstigsten Voraussetzungen für eine wiederherstellende Operation der Atemwege bestehen, wenn die Bronchusruptur sofort nach dem Unfall diagnostiziert wird und unmittelbar danach eine End-zu-End Anastomose durchgeführt werden kann. Abwarten verbessert die Situation nicht. Die Operation wird technisch schwieriger, und infektiöse Komplikationen der betroffenen Lunge sind häufiger. (Glinz)

In dem von mir untersuchten Patientengut von 90 Patienten wurden 57 innerhalb der ersten 6 Wochen

nach dem Unfall operiert.
Davon wurden innerhalb der ersten 24 Stunden nach dem Unfall 33 Patienten, innerhalb der 25.Stunde bis zur ersten Woche 1 Patient und zwischen der ersten und der sechsten Woche nochmals 23 Patienten operiert.

Bei diesen 57 Patienten wurde 48 mal eine End-zu-End Anastomose durchgeführt, wovon 41 Anastomosen erfolgreich waren.
Dies entspricht einem Prozentsatz von 71,9 % erfolgreich durchgeführter Anastomosen in diesem Zeitraum.

Krauss berichtet in seiner Arbeit von erfolgreichen End-zu-End Anastomosen in 70 % seiner Frühfälle.

Bei 2 meiner Patienten aus der oben genannten Gruppe wurde eine Pneumonektomie, bei 5 Patienten eine Lobektomie und bei 2 Patienten eine einfache Naht durchgeführt.
Die restlichen Patienten verstarben, bevor eine Therapie einsetzen konnte oder lehnten die Therapie ab.

Huzly ist der Ansicht, daß in der Zeit zwischen dem 7.Tag und der 6.Woche nach dem Unfallereignis keine End-zu-End Anastomosen oder andere Bronchuseingriffe vorgenommen werden sollten, da starke Entzündungen mit Granulationsgewebebildung die Operation erschweren und das Operationsfeld dauernd blutig ist.
Mißerfolge in Form von Dehiszensen und Stenosen sind häufiger zu erwarten.

Diese Auffassung wird durch Fallberichte von Zacherl und Eijgelaar bestätigt.

Eijgelaar berichtet den Fall eines 9 jährigen Jungen, der von einem Auto überfahren worden war.
Bei der Ankunft im Krankenhaus zeigte sich ein Pneumothorax auf der rechten Seite. Nachdem eine intrapleurale Saugdrainage installiert worden war, dehnte

sich die Lunge gut aus.

Neun Tage nach dem Unfall zeigte eine Röntgenkontrollaufnahme einen zufriedenstellenden Lungenbefund. Es wurde angenommen, daß der Pneumothorax ausreichend behandelt sei, und die Drainage wurde entfernt.

Sechszehn Tage später wurde festgestellt, daß die gesamte rechte Lunge sich im Zustand der Atalektase befand.
Der Patient wurde nun in eine thoraxchirurgische Abteilung einer anderen Klinik überwiesen, wo ein Totalverschluß des rechten Hauptbronchus, direkt hinter der Carina, diagnostiziert wurde.
Einen Monat nach dem Unfall wurde der stenotische Bereich des Bronchus exzidiert und eine End-zu-End Anastomose durchgeführt. Das postoperative Resultat war zuerst gut, aber nach einiger Zeit trat eine Stenose der Anastomose ein.
Dieser Zustand rief ständig wiederkehrende Pneumonien hervor und endlich blieb keine andere Wahl, als die Lunge zu entfernen.
Seitdem geht es dem Jungen gut, aber eine nicht zu übersehende Belastungsdyspnoe ist zurückgeblieben.

Eijgelaar bemerkt dazu, daß eine frühere Diagnosestellung und eine damit verbundene frühere Operation die Pneumonektomie hätte verhindern können.

Zacherl berichtet von einem 19 jährigen Mann, bei dem die Diagnose einer Ruptur des rechten Hauptbronchus neun Tage nach dem Unfall gestellt wurde.
Trotz eines bereits präoperativ sichtbaren Aspirationsherdes in der linken Lunge wird eine End-zu-End Anastomose versucht, die an einer Nahtinsuffizienz scheitert.
Es wird eine Pneumonektomie durchgeführt. Die bereits begonnene Pneumonie befällt die Restlunge, und der Patient stirbt.

Die Empfehlung von Huzly, zwischen dem 7. Tag und der 6. Woche nach dem Unfall, aus den zuvor genannten Gründen, keine Operation durchzuführen, kann durch meine Untersuchung nicht bestätigt werden.
In dem Zeitraum zwischen dem 7. Tag und der 6. Woche wurden von den 90 ausgewerteten Bronchusrupturen 24 Rupturen diagnostiziert.
Bei 16 Patienten war eine Stenosierung des Bronchus, in einem Falle mit Entzündung, eingetreten.

In 19 Fällen wurde eine End-zu-End Anastomose durchgeführt und deren Erfolg durch Verlaufskontollen von 6 Monaten bis zu 2 Jahren bestätigt.
In 2 Fallen ist eine End-zu-End Anastomose mißlungen und durch eine Pneumonektomie korrigiert worden.
In einem Fall wurde eine sofortige Pneumonektomie und in einem weiteren Fall eine sofortige Lobektomie vorgenommen.
In einem Fall wurde über die Therapie keine Aussage gemacht.

In diesem von Huzly als kritischen Zeitraum angesehenen Zeitintervall wurden 79,1 % der Patienten mit Bronchusrupturen erfolgreich durch eine End-zu-End Anastomose behandelt.
Diese ausgezeichneten Resultate zeigen, daß ein aktives operatives Vorgehen in diesem Zeitraum absolut indiziert ist.

Diese Forderung nach einem frühen, aktiven therapeutischen Vorgehen wird auch durch Untersuchungsergebnisse von Krauss unterstrichen.

Zur Ausführung der Anastomose eignet sich als Zugangsweg eine postero-laterale Thorakotomie im 6.ICR. Bei engen Rippenzwischenräumen ist die Durchtren-

nung oder Resektion einer Rippe nicht zu vermeiden.
(Römer)
Sind die Bronchialstümpfe aufgefunden, werden sie angefrischt und die Naht durchgeführt.

Nach Krauss sind bei der frischen Verletzung, ehe die die Naht vorgenommmen wird, drei wesentliche Punkte zu beachten.

A. Absaugen des Bronchialbaums

Der hinter der Rupturstelle liegende Bronchialbaum ist bis in die kleinsten Abzweigungen durch sorgfältiges Absaugen von Schleim und Blutkoageln zu befreien.
Geschieht dies nicht, verhindert dies eine Ausdehnung der Lunge und bringt eine Infektionsgefahr mit sich.

B. Prüfen der Wiederentfaltbarkeit der Lunge

Dehnt sich die Lunge bei einem Blähversuch nicht aus und ergeben sich Verdachtsmomente für eine Lungenkontusion oder eine Lungenparenchymverletzung, so sollte eine rechtzeitige Teilresektion in Erwägung gezogen werden.

C. Exaktes Resezieren der Wundränder

Die ausgerissenen Wundränder sind anzufrischen und freiliegende Knorpelringe zu entfernen,damit keine Nekrose und spätere Nahtinsuffizienz oder eine narbige Stenose entsteht.

Römer weist auf die Gefahr hin, daß es trotz exaktem Entfernen zerstörten Gewebes zum Verbleib makroskopisch nicht sichtbarem geschädigten Gewebes an der Rupturstelle kommen kann, welches dann später eine Stenosierung bewirkt.

Als Naht werden evertierende Einzel-, Matratzen-,oder fortlaufende Flanschnähte nach Gross, längs- oder quergestellt, sowie einfache Durchstichnähte mit schwerresorbierbarem Nahtmaterial verwendet.
Auf eine genaue Adaptation der Bronchialschleimhautränder muß geachtet werden.

Dünnem Perlon, Draht,Supramid oder chromiertem Catgut ist als Nahtmaterial, und der Einzelnaht gegenüber der fortlaufenden Naht, der Vorzug zu geben. (Römer)

Weber schlägt Chromcat oder Supramid als Nahtmaterial vor.
Wenn nicht resorbierbares Nahtmaterial verwendet wird, so muß darauf geachtet werden, daß die Nähte nicht in das Bronchuslumen hineinragen, da an diesen entlang Granulationsgewebe vorwachsen kann.(Weber)

Gebhardt hat mehrere Bronchusrupturen mit Drahteinzelnähten anastomosiert, ohne daß es zu postoperativen Stenosen durch Fremdkörpergranulome gekommen ist.

Die Nahtstelle wird durch aufgesteppte Pleura- oder Pericardlappen gesichert.(Krauss)
Nach Abschluß der Naht ist die Dichtigkeit der Nahtstelle mit physiologischer Kochsalzlösung zu prüfen.

Die bindegewebige Verschmelzung der Stümpfe erfolgt

nach 5-7 Tagen, und die Epithelisierung der Nahtlinie ist nach 14-21 Tagen abgeschlossen.
Am 3. postoperativen Tag sollte eine Bronchialtoilette mit dem Bronchoskop durchgeführt werden.Hier werden im Anastomosenbereich anheftende Blutkoagel und in das Bronchuslumen hineinhängende Fäden entfernt.
Eine Einengung der Anastomose durch Granulationsgewebe tritt häufig ein. Eine Bougierung ist nicht notwendig, da das Granulationsgewebe sich im Laufe der Zeit von selbst zurückbildet.(Weber)

Atemgymnastik, regelmäßige Inhalationsbehandlung und die Gabe von Expektorantien sollten routinemäßig vorgenommen werden.

Wird eine Bronchusruptur erst zu einem späteren Zeitpunkt diagnostiziert, so ist die chirurgische Therapie davon abhängig, in welchem Zustand sich die Rupturstelle und das dahinterliegende Lungengewebe befinden.

A. Partielle Stenose

Hat die Bronchusruptur zu einer partiellen Stenose des Bronchus geführt, so ist dies häufig mit einer Infektion der betreffenden Lunge verbunden. Sekundäre Veränderungen wie Bronchiektasen und Fibrosen des Lungenparenchyms lassen eine Wiederherstellung der Lungenfunktion nicht mehr erwarten.(Siehe auch 2.5 Punkt A)
In diesen Fällen stellen die Lobektomie oder die Pneumonektomie die Therapie der Wahl dar.

B. Totale Stenose

Ensteht infolge einer Bronchusruptur eine totale Stenose, so ist die betroffene Lunge zwar atelektatisch, aber nach vielen Jahren meist nicht infiziert oder fibrosiert.(Siehe auch 2.5.1)
Viele Beispiele in der Literatur haben gezeigt, daß End-zu-End Anastomosen auch viele Jahre nach dem Unfallereignis mit Erfolg durchgeführt werden können.
(Samson, Logeais, Vossschulte, Mahaffey, Petrowskij, Schmalz, Nonoyama)

Nonoyama berichtet über eine End-zu-End Anastomose einer Ruptur des linken Hauptbronchus bei einem 26 jährigen Mann, die 9 Jahre nach dem Unfall diagnostiziert worden war:

Eine praeoperativ durchgeführte Angiographie der Pulmonalarterien zeigte, daß sich die linke Pulmonalarterie im Vergleich zur rechten dünn und atrophisch darstellte.Allerdings konnte die linke A. pulmonalis bis zu ihren kleinsten Ästen sichtbar gemacht werden.

Eine Thorakotomie wurde durchgeführt. Die linke Lunge fand sich vollkommen luftlos und klein.
Die Pleurahöhle enthielt keine Flüssigkeit und war mit Ausnahme des Lungenapex frei von Adhäsionen.
Die beiden Stümpfe des linken Hauptbronchus lagen 1,5 cm auseinander und waren durch eine Bindegewebsbrücke miteinander verbunden.Das distale Ende des Bronchus war offen und ein klarer, gelatinöser Schleim wurde abgesaugt.
Die Lunge ließ sich durch Luftfüllung entfalten

und wurde dann anastomosiert.

Eine Lungenfunktionsprüfung 9 Wochen nach der Operation, zeigte eine Verbesserung der Vitalkapazität und der O_2-Aufnahme.

Bei meiner Auswertung wurde in 17 Fällen eine Bronchusruptur im Zeitraum zwischen der 7. Woche und 15 Jahren nach dem Unfall diagnostiziert.
Davon wurden 14 Patieten operiert.In 9 Fällen wurde eine End-zu-End Anastomose durchgeführt, die in allen Fällen erfogreich war.
Dies entspricht einem Prozentanteil von 64,3 % erfolgreich durchgeführter End-zu-End Anastomosen bei spät diagnostizierten Bronchusrupuren.

Die operative Technik bei diesen Spätanastomosen unterscheidet sich von der bei der frischen Bronchusruptur nicht wesentlich.

Wichtig ist, daß der sich im peripheren Bronchialbaum befindliche Schleim sorgfältig abgesaugt wird, um eine optimale Ausdehnung der wiederbelüfteten Lunge zu gewährleisten.
Ist der abgesaugte Schleim glasklar, so ist eine Infektion des betreffenden Lungenabschnitts auszuschließen.
Kommt allerdings ein gelber, dickflüssiger Schleim zutage, so liegt mit großer Wahrscheinlichkeit eine Infektion des betreffenden Bronchialsystems vor.In diesem Falle ist sorgfältig zu prüfen, ob nicht schon irreversibele Schädigungen an den Bronchien oder am Lungenparenchym eingetreten sind, die eine erfolgreiche End-zu-End Anastomose unwahrscheinlich machen.
Hier empfiehlt sich eine praeoperative oder eine intraoperationem durchgeführte angoigraphische Darstellung der Pulmonalarterien, um festzustellen,

ob eine Restdurchblutung der betreffenden Lunge gegeben ist.(Nonoyama, Petrowskij)

4.3.3 Lobektomie und Pneumonektomie

Diese therapeutischen Maßnahmen sollten bei einer frischen Bronchusruptur durchgeführt werden,wenn Parenchymverletzungen eines Lungenlappens oder einer ganzen Lunge so große Ausmaße haben, daß eine ausreichende Lungenfunktion nach der Operation nicht mehr zu erwarten ist.

Ältere Bronchusrupturen, bei denen der entsprechende Lungenlappen oder die gesamte Lunge Anzeichen einer chronischen Entzündung mit den entsprechenden Veränderungen wie Bronchiektasen oder Fibrosierungen des Lungenparenchyms aufweisen, sollten ebenfalls durch eine Resektion des betreffenden Lungenteils therapiert werden.
(Glinz, Krauss, Weber, Burke, Hood und Sloan)

Schon Rienhoff und Johnston wiesen darauf hin, daß eine Entzündung einer atelektatischen Lunge unter massiver infizierter Schleimproduktion zur sogenanten "drawned lung" führt.
Dies besagt, daß eine allgemeine Fibrosierung des Lungenparenchyms stattfindet und die Pulmonalgefäße vollständig obliterieren.Die Lunge verliert damit ihre funktionelle Potenz.

Fagenholz bestätigt dies durch histologische Untersuchungen an einer resezierten Lunge, die sich zum Zeitpunkt der Diagnose der Bronchusruptur bereits im Stadium der Infektion befand.
Die gesamte Lunge war atelektatisch, alle Bronchi waren dilatiert und mit Schleim ausgefüllt, die Bronchusmucosa war stark squamös verändert.
Einige Bereiche des Lungenparenchyms waren fibrotisch, und andere Bereiche zeigten eine organisierte Pneumonie.

Van der Schaar berichtet am Beispiel einer posttraumatischen Stenose bei einer 19 jährigen Patientin, daß diese oben angegebene Indikation zu einer Resektionstherapie auch ihre Ausnahmen hat.

Die Patientin wird ein Jahr nach einer mißglückten End-zu-End Anastomose zum zweiten Mal operiert.Die Patientin zeigt zu diesem Zeitpunkt folgende Symptome: Husten, eitriges Sputum und eine Dyspnoe.

Es bestand eine Stenosierung des linken Hauptbronchus, 1,5 cm von der Carina entfernt, mit dahinterliegenden bronchiektatischen Aufweitungen.

Van der Schaar führte bei dieser Patientin, nach einer antibiotischen und physiotherapeutischen Vorbehandlung, eine erneute End-zu-End Anastomose durch. Der postoperative Verlauf war gut. Radiologisch zeigte sich eine voll ausgedehnte Lunge.
Innerhalb einer zweijährigen Verlaufskontrolle war die Patientin frei von Symptomen.
Bronchoskopisch war an der Anastomose ein fibröser Ring ohne nennenswerte Stenose sichtbar.
Die Lungenfunktionsteste waren zufriedenstellend.

Im Gegensatz hierzu muß der unter 4.2.2 bereits angeführte Fall von Zacherl erwähnt werden.
Hier wurde ebenfalls eine End-zu-End Anastomose an einer infektiösen Lunge durchgeführt, die dann an einer Nahtinsuffizieiz scheiterte.
Die Infektion befällt, trotz später durchgeführter Pneumonektomie, die kontralaterale Lunge und der Patient stirbt.

Dieser Fall zeigt, daß eine zu großzügige Indikation zur End-zu-End Anastomose bei chronisch infizierten Lungen fatale Folgen für den Patienten haben kann.

Die von van der Schaar aufgestellte Behauptung,daß eine nach einer Bronchusruptur auftretende poststenotische Bronchiektasis, mit oder ohne Infektion, keine absolute Kontraindikation für eine End-zu-End- Anastomose ist, wird von den meisten Autoren nicht bestätigt Außer seinem eigenen Fall führt er nur einen weiteren Fall an (Drapanas et al.), wo eine Anastomose trotz einer Bronchiektasis am 26. Tag nach dem Unfall erfolgreich durchgeführt wurde.
Andere ähnliche Fälle wurden von mir in der Literatur nicht gefunden.

In allen von mir ausgewerteten Fällen, bei denen poststenotisch Entzündungen oder Bronchiektasen vorlagen, wurden Pneumonektomien oder Lobektomien mit Erfolg durchgeführt.

Die Frage, ob eine End-zu-End Anastomose bei poststenotischen infizierten oder nicht infizierten Lungen mit Bronchiektasen indiziert oder nicht indiziert ist, kann auf Grund der geringen Anzahl von Operationen, die unter diesen speziellen Voraussetzungen durchgeführt worden sind,nicht eindeutig beantwortet werden.

Allerdings sollte die Indikation zu einer Pneumonektomie, ebenso wie die zu einer Anastomose, enggestellt werden.
Vor jeder beabsichtigten Pneumonektomie oder Lobektomie muß die irreversible Funktionslosigkeit des betreffenden Lungenteils durch eine Angiographie und oder eine Bronchographie abgeklärt werden.

4.3.4 Bronchusprothesen

Lassen sich die Bronchusenden auf Grund einer zu ausgedehnten Stenose nicht wieder spannungsfrei adaptieren, so kann der Versuch unternommen werden, einen plastischen Ersatz für das fehlende Bronchusstück zu implantieren.

In Frage kommen hier Cutisplastiken nach Gebauer oder Bucher.
Der Sekretabfluß soll bei diesen Ersatzplastiken durch ein Einwachsen der Mucosa garantiert sein. (Seidel)

Kirndörfer schlägt als Ersatzmaterial Biocarbone, ein reines Kohlenstoffprodukt, vor.
Hierbei werden die Biocarboneröhren mit Dacronmuffen an den distalen und proximalen Knorpelringen fixiert.
Unterstützt durch Tierversuche ist Kirndörfer der Ansicht, daß Biocarbone zur Oberbrückung langstrekkiger Stenosen von Trachea und Hauptbronchien ein gut geeignetes Material zu sein scheint.

Römer verwendet, wegen der zu geringen Langzeiterfahrungen mit Prothesen, bei langstreckigen Stenosen keine Ersatzmaterialien.
Er empfiehlt auf Grund der guten Ergebnisse mit direkten Anastomosen, eine Implantation des Hauptbronchus in die Trachea oder in den Gegenbronchus.

4.3.5 Postoperative Therapie

Alle Patienten mit Bronchusrupturen sollten über längere Zeit gründlich nachuntersucht werden.
Die Überwachung intrapleuraler Druckveränderungen oder eine postoperative Ergußbildung bedarf besonderer Aufmerksamkeit.
Die ersten Hinweise für einen postoperativen Pneumothorax oder eine Atelektase können die arteriellen Blutgaswerte O_2-Sättigung und O_2-Spannung geben.
Eine postoperativ erneut auftretende Atelektase verlangt eine sofortige bronchoskopische Abklärung.
(Krauss)

Im allgemeinen ist nach einer Bronchusanastomose eine bronchoskopische Nachuntersuchung in regelmäßigen Abständen über einen Zeitraum von 2 Jahren ausreichend.

4.4 ANAESTHESIE

Die Operation eines Bronchusverletzten stellt wegen des, besonders bei frischen Bronchusrupturen,schlechten respiratorischen und zirkulatorischen Allgemeinzustandes, hohe Anforderungen an den Anaesthesisten.

Der Eingriff sollte in schonender endotrachealer Intubationsnarkose mit einem doppellumigen Tubus durchgeführt werden.Dieser Tubus ermöglicht die gleichzeitige oder getrennte Beatmung beider Lungenhälften.

4.5 FUKTIONELLE ERGEBNISSE DER OPERATIVEN THERAPIE

4.5.1 End-zu-End Anastomose

Das funktionelle Ergebnis einer End-zu-End Anastomose wird nicht nur an der Durchgängigkeit der Anastomose, sondern auch an der Teilnahme der vorher atelektatischen Lunge am Gasaustausch gemessen.
Die Lunge muß wieder ventiliert und durchblutet werden. Die Diffusion der Gase darf nicht behindert sein.
Ist dies gegeben, so wird die arterielle O_2-Untersättigung, die Verziehung des Mediastinums und die zumindest unter Belastung bestehende pulmonale Hypertension schwinden.(Weber)
Der Erfolg einer solchen, die Kontinuität der Bronchien wiederherstellenden Operation ist nicht nur in spirometrischen Werten zu erfassen, sondern vor allem an den Gasspannungen im arteriellen Blut, dem Erfolgsorgan der Atmung zu beurteilen.
Eine Gesamtübersicht der gestörten und veränderten Funktionen des kardio-pulmonalen Systems wird erst durch die Einbeziehung blutgasanalytischer Untersuchungen und des Herzkatheters in die Lungenfunktionsprüfungen möglich.

Nur wenige Autoren demonstrieren den postoperativen Verlauf von erfolgreich durchgeführten End-zu-End Anastomosen an Hand von spirometrischen und blutgasanalytischen Daten.
Die meisten Autoren beschränken sich auf eine röntgenologisch und bronchoskokische Nachuntersuchung.

Ausreichende und vergleichbare Angaben zur Spirometrie und Blutgasanalyse wurden bei Laquet, Logeais, und Krauss gefunden.

A.1. Spirometrie

Die praeoperativ gemessenen Werte der Vital- und Totalkapazität zeigen, daß die Ventilation der Lungen um 25-50 % vermindert ist.
Postoperativ zeigt sich eine stetige Verbesserung der Atemwerte, die bei dem Patienten von Laquet nach ungefähr 2 Jahren fast 90 % und bei dem Patienten von Krauss nach 3 Jahren über 100 % des Normalwertes erreichen.

Tabelle 8: Laquet, Patient männl., 16 Jahre alt, Ruptur des rechten Hauptbronchus, Op. 6,5 Wochen nach dem Trauma

	praeoperativ		postoperativ		Normalwert
		% der Norm	3 Mon.	% der Norm	
VK (ml)	2379	56	3728	87	4276
RV (ml)	373	31	984	82	1206
TK (ml)	2752	50	4712	86	5482

Tabelle 9: Logeais, Patient männl., 16 Jahre alt, Ruptur des rechten Hauptbronchus, Op. 8 Jahre nach dem Trauma

	praeop.		postop.						
		%	3 Wo.	%	1 Jahr	%	1.75 J.	%	Normw.
VK (ml)	2200	59	1230	33	3030	82	3300	89	3700

(die Prozentangaben beziehen sich auf den Normal-

Tabelle 10: Krauss, Patient, Ruptur des rechten Hauptbronchus, Op. 3 Monate nach dem Trauma

	praeop.		postop.						
		%	2 Mon.	%	3 J.	%	5 J.	%	Normalw.
VK(ml)	3992	85	4250	90	5200	111	5000	106	4700
RV(ml)	732	40	1400	76	1610	88	1580	86	1830
TK(ml)	4724	72	6050	93	6810	104	6700	103	6530

(die Prozentangaben beziehen sich auf den Normalwert)

A.2. Bronchospirometrie

Die bronchospirometrisch ermittelten Werte der Vitalkapazität zeigen, besonders bei dem Patienten von Logeais, eine erhebliche Minderbelüftung der betroffenen Lunge.Bei dem Patienten von Krauss sind die postoperativen Werte nach 3 Jahren günstiger.Ebenso verhält es sich mit den Daten über die O_2-Aufnahme.

Hier bestätigt sich die von Truckenbrodt gemachte Behauptung, daß die Erholungszeit der Lunge um so länger dauert, je länger eine Atelektase besteht.

Chernick (zit. bei Weber) stellt mit Hilfe der Bronchospirometrie und der Perfusionsszintigraphie eine signifikante Korrelation zwischen Durchblutung und Sauerstoffaufnahme der jeweiligen Lungenseite fest. Verantwortlich ist hierfür die bereits unter 2.5.1 dargestellte Anpassungsfibrose der Lungengefäße der betroffenen atelektatischen Lunge.

Tabelle 11: Logeais, Patient wie Seite 74

	postop.: 1 J.		postop.: 2 J.		Normalw.	
	Rechte Lunge	Linke Lunge	Rechte Lunge	Linke Lunge	Rechte Lunge	Linke Lunge
VK	11%	89%	20%	80%	55%	45%
O_2-Aufnahme	0%	100%	27%	73%	55%	45%

Tabelle 12: Krauss, Patient wie Seite 75

	praeop.:		postop.: 3 J.		Normalw.	
	Rechte Lunge	Linke Lunge	Rechte Lunge	Linke Lunge	Rechte Lunge	Linke Lunge
VK	0%	100%	43%	57%	55%	45%
O_2-Aufnahme	0%	100%	51.4%	48.6%	55%	45%

B. Blutgasanalysen

Krauss hat in seiner Arbeit gezeigt, daß sich die O_2-Sättigungswerte innerhalb der ersten 4 Wochen nach dem Unfall um etwa 4-6 % bessern.
Die Ursache hierfür liegt in dem so genannten "Alveolovaskularen Reflex", der besagt, daß bei einem Absinken der alveolaren O_2-Spannung, bedingt durch die verminderte alveoläre Ventilation, die betroffene Lunge reflektorisch ihre Strombahn einengt.
Auf Grund dieser Sparschaltung der Lunge nimmt die

Shuntblutmenge, die nach Krauss bis zu 40 % betragen kann, ab.
Als Folge dieser verringerten Shuntblutmenge erhöht sich die arterielle Sauerstoffsättigung.
Daher ist anzunehmen, daß die hier angegebenen Werte für die O_2-Sättigung unmittelbar nach dem Unfall etwas niedriger gewesen sind.

Postoperativ bessern sich die Werte kontinuierlich und haben bei dem Patienten von Laquet 3 Monate nach der Operation fast Normalwerte erreicht.
Krauss gibt für den 3. postoperativen Monat keine Werte an.3 Jahre nach der Operation haben sich hier ebenfalls die Normalwerte eingestellt.

Tabelle 13: Laquet,Patient wie Seite 74

	praeop.	postop.			Normalw.
		1.Tag	12.Tag	3.Mon.	
O_2-Sätt.(%)	90	94	96	97	95-97
$p\theta_2$ (mmHg)	66	78	80	82	85-95
pCO_2 (mmHg)	34	36	41	40	40
pH	7.41	7.36	7.43	7.37	7.38-41
R-L Shunt (%)	16	-	4.4	3.8	2.0

Tabelle 14: Krauss, Patient wie Seite 75

	praeop.	postop.		Normalw.
		3 Jahre	6 Jahre	
O_2-Sätt.(%)	88	95	97	siehe
pO_2 (mmHg)	-	-	83	oben
pCO_2 (mmHg)	-	44.6	36.0	
pH	-	7.38	7.44	

C. Herzkatheteruntersuchung

Die funktionelle Einengung der Lungenstrombahn, bedingt durch den verkleinerten Gefäßquerschnitt und den damit verbundenen vergrößerten Strömungswiderstand in den Gefäßen, bewirkt eine pulmonale Hypertonie, die sich besonders gravierend unter Belastung zeigt.

Der Patient von Krauss wies einen Druck in der A.pulmonalis von 32:28 mmHg (Mitteldruck: 28 mmHg) auf. Der Patient von Logeais hatte im Truncus pulmonalis einen Druck von 40:15 mmHg (Mitteldruck: 25 mmHg), der sich unter Belastung auf 45:15 mmHg erhöhte.

Werden diese Patienten nicht operiert, so ist es nur eine Frage der Zeit, bis diese Patienten eine Rechtsherzhypertrophie bis hin zur Rechtsherzinsuffizienz mit allen ihren schweren Folgen aufweisen.

Krauss konnte bei 3 seiner Patienten im EKG Zeichen einer Rechtsbelastung des Herzens und Störungen der Erregungsrückbildung nachweisen.Phonographisch zeigten sich ein verstärkter Vorhofton und ein Systolikum der Pulmonalklappe.
Die Herzfrequenz lag meist bei über 100/Minute.

Zusammenfassend kann, auf Grund dieser aus der Literatur erfaßten Daten, angenommen werden, daß bei End-zu-End Anastomosen atelektatischer Lungen, ohne Infektion, in den meisten Fällen innerhalb von 2-3 Jahren mit einer Normalisierung der Lungenbelüftung und Lungendurchblutung gerechnet werden kann.
In den Fällen, wo sich nach einer erfolgreichen Anastomose auch nach Jahren keine normale Lungenfunktion einstellt, darf nicht übersehen werden, daß durch die wiederherstellende Operation des Bronchialbaums trotz allem eine erhebliche Verbesserung der ursprünglichen Lungenfunktion erreicht wird.

Tritt nach einer End-zu-End Anastomose eine postoperative Stenose auf, so sollte eine Rethorakotomie mit erneuter Anastomose durchgeführt werden, weil sich die Durchblutungs- und Belüftungsverhältnisse ansonsten nicht verbessern.

4.5.2 Pneumonektomie

Die Resektionstherapie bei Bronchusrupturen ist, wie bereits mehrfach erwähnt, die Therapie der Wahl bei infektiösen und fibrotisch veränderten Lungen.
Die Pneumonektomie beseitigt zwar den Infektionsherd und die großen Shuntvolumina, und damit die Untersättigung mit Sauerstoff, aber eine pulmonale Hypertonie bleibt bestehen.(Krauss)

Lynne-Davies teilt Werte über Lungenvolumina und Blutgase von einem 33 jährigen Patienten mit einer Ruptur des rechten Hauptbronchus mit, bei dem 7 Wochen nach dem Unfall eine Pneumonektomie durchgeführt worden war.

Tabelle 15: Patient von Lynne-Davies

	SPIROMETRIE		BLUTGASANALYSE (arteriell)			
	VK(ml)	TK(ml)	O_2-Sätt. (%)	pO_2 (mmHg)	Alveolo-art. O_2-Grad. (mmHg)	Shunt (%)
Praeop.	2170	3250	67	37	63.6	30
Postop. (6 Wo.)	2210	3080	-	68	27.7	7.1

Lynne-Davies bestätigt durch seine Untersuchung die oben von Krauss aufgestellte Behauptung.

Vitalkapazität und Totalkapazität verändern sich unwesentlich. Der arterielle pO_2 erhöht sich postoperativ um 45.6 %. Das Shuntvolumen nimmt um etwa 76 % ab.

Diese Ausführungen und dargelegten Zahlen über die Lungenfunktion, vor und nach einer Pneumonektomie, unterstreichen nochmals die Befürwortung einer strengen Indikation zur Resektionstherapie von infizierten oder nicht infizierten Lungen nach Bronchusrupturen. Denn es steht außer Frage, daß eine solche Therapie, insbesondere die Pneumonektomie, eine erhebliche Leistungsminderung für den Patienten mit sich bringt.

5. ZUSAMMENFASSUNG

90 Bronchusrupturen, die in den Jahren 1968-80 in der Weltliteratur Erwähnung finden, werden statistisch ausgewertet.

Nach einem stumpfen Thoraxtrauma tritt eine Bronchusruptur mit einer Häufigkeit von 0,95 % auf.

Die Gesamtletalität der Bronchusruptur beträgt 14,4 %. Innerhalb der ersten 7 Tage nach dem Unfall versterben 26,8 % der Patienten und in dem Zeitraum danach 4,9 % der Patienten an ihrer Bronchusruptur.

Die häufigste Art der Bronchusruptur ist die totale, quere Durchtrennung des Bronchus.(62,3 %)
Die Hauptbronchien sind in 80 % der Fälle betroffen, wobei der rechte Hauptbronchus doppelt so häufig rupturiert wie der linke.

Mit 82,1 % der Fälle ist der Verkehrsunfall die häufigste Ursache für eine Bronchusruptur.
Bemerkenswert ist, daß, trotz des vermehrten Anschnallens der Autofahrer, 15,5 % der Bronchusrupturen eine direkte Folge des Aufpralls des Brustkorbs auf das Steuerrad oder das Armaturenbrett sind.

83,4 % der Patienten mit Bronchusrupturen sind 30 Jahre alt und jünger. Die Geschlechtsverteilung zeigt ein Verhältnis männlich zu weiblich von 3 : 1.

Als Entstehungsmechanismus kommt der Zerreißungstheorie durch Scherkräfte, gegenüber der der intrabronchialen Drucksteigerung, die größere Bedeutung zu. 80 % aller Bronchusrupturen treten im Bereich der Hauptbronchien, in Carinanähe, auf. Dies ist der Bereich am Bronchus, der bei einer sagittalen Thoraxkompression den größten Scherkräften ausgesetzt ist.

Die klinische Symptomatik ist abhängig von dem Ausmaß der Bronchusruptur und der Art und der Schwere der Begleitverletzungen.
Der Pneumothorax (66,7 %), ein mediastinales und ein subcutanes Emphysem (63,3 %), bilden die Leitsymptome.
Diagnostische Probleme bereitet ein geringfügiger Pneumothorax, der sich konservativ gut beherrschen läßt. Hier stellt sich die Symptomatik wie bei einer einfachen Thoraxprellung dar, und eine Bronchusruptur wird häufig übersehen.
Dem tiefen Halsemphysem, das sich aus einem mediastinalen Emphysem entwickelt, sollte, durch eine zusätzliche Röntgenaufnahme der Halsregion, als einem möglichen Frühsymptom einer Bronchusruptur, vermehrt Aufmerksamkeit geschenkt werden.

In 55,6 % der Fälle wird eine Dyspnoe diagnostiziert, die ein wenig charakteristisches Symptom für eine Bronchusruptur ist.
Eine Zyanose zeigen 24,4 % und eine Hämoptoe 16,3% der Patienten.
Eine Atelektase der betreffenden Lunge, die bei spät diagnostizierten Fällen ebenfalls ein Leitsymptom darstellt, tritt bei 31,3 % der Patienten auf. Die Veränderungen am Lungenparenchym oder am Bronchial- und Gefäßsystem nicht infizierter, atelektatischer Lungen sind nach einer Wiederbelüftung des entsprechenden Lungenabschnitts reversibel.

Rippenfrakturen werden bei 30,2 % der Patienten diagnostiziert, wobei die ersten 5 Rippen viermal häufiger frakturieren als die übrigen Rippen.

Unter den schweren Begleitverletzungen machen Lungenparenchymeinrisse 10 %, Schädelhirntraumen 8,9 % und Halswirbelfrakturen 2 % aus.
Eine Vena cava-Einriß und eine Herzbeuteltamponade wurden je einmal diagnostiziert.

80 % der Patienten mit einer Bronchusruptur versterben an den Folgen ihrer schweren Begleitverletzungen und 20 % an den direkten Folgen ihrer Bronchusruptur.

47,6 % der Bronchusrupturen werden innerhalb der ersten 24 Stunden nach dem Unfall diagnostiziert.

In 53,8 % der Fälle führt die Bronchoskopie zur Diagnose der Bronchusruptur. Sie stellt somit das am häufigsten angewandte Diagnoseverfahren dar.
Die Indikation zur Bronchuskopie ist bei den entsprechenden Verdachtssymptomen großzügig zu stellen. Wenn es der Zustand des Patienten erlaubt, sollte sie, bei entsprechender Symptomatik, als Sofortmaßnahme direkt nach der Klinkaufnahme durchgeführt werden.
Sie sollte allerdings immer durchgeführt werden, wenn ein Patient mit dem Verdacht einer Atemwegsverletzung, zur Therapie anderer Verletzungen ohnehin narkotisiert werden muß.

Die Röntgenübersichts- oder Schichtaufnahmen und eine Thorakotomie sicherten jeweils bei 12,3 % der Patienten die richtige Diagnose.

Ein ständiger Luftverlust über eine Bülau-Drainage zur Entlastung eines Pneumothorax sollte immer an eine Verletzung der Atemwege denken lassen. In 10,8% der Fälle wird alleine an Hand dieser Beobachtung der Verdacht einer Bronchusruptur erhoben und später verifiziert.

Die Bronchographie eignet sich besonders zur Darstellung stenotischer Bereiche bei verspätet diagnostizierten Bronchusrupturen. Sie erbringt 6,2 % der Fälle die Diagnose.

4,6 % der Bronchusrupturen werden erst bei der Obduktion diagnostiziert.

Als Sofortmaßnahmen sind das Freihalten der Atemwege, besonders der nicht betroffenen Lungenseite, eine intensive Schocktherapie, sowie die Entlastung eines etwaigen Spannungspneumothorax dringliche Maßnahmen der Erstversorgung, die durchgeführt werden müssen, bevor spezielle diagnostische und therapeutische Aktivitäten in Angriff genommen werden können.

Geringfügige Läsionen am Bronchus bedürfen keiner operativen Therapie.
Längsrisse der Pars membranacea des Bronchus werden durch einfache Einzelknopfnähte verschlossen.

Die besten Ergebnisse bei totalen oder partiellen Querrupturen werden durch End-zu-End Anastomosen, die direkt nach dem Trauma durchgeführt werden, erreicht.
Die End-zu-End Anastomose stellt ebenfalls bei später diagnostizierten Bronchusruptuen, die nicht zu einer Infektion der betreffenden Lungenseite geführt haben, die Therapie der Wahl dar.
In 70,4 % der Fälle wird eine End-zu-End Anastomose erfolgreich durchgeführt.

Als Naht finden evertierende Einzel-, Matratzen- oder Flanschnähte Verwendung.
Als Nahtmaterial eignet sich Chromcut, Draht oder Supramid. Bei der Verwendung von nicht resorbierbarem Nahtmaterial muß darauf geachtet werden, daß die Nähte nicht in das Bronchuslumen hineinragen, da dies später zu Stenosen führt.

Größere Defekte am Bronchus werden durch plastisches Ersatzmaterial überbrückt. Hierzu eignen sich Cutislappen nach Gebauer oder Biocarboneröhren nach Kirndörfer.

Ist das Lungengewebe durch das Trauma selbst oder durch eine später eingetretene Infektion irreversibel geschädigt, stellen die Lobektomie oder die Pneumo-

nektomie die Therapie der Wahl dar.

Eine Normalisierung der Lungenbelüftung und Durchblutung atelektatischer Lungen ist nach einer End-zu-End Anastomose etwa nach 2 bis 3 Jahren zu erwarten. Nach diesem Zeitraum können die Vital- und Totalkapazität sowie die O_2-Sättigung und die O_2-Aufnahme fast Normalwerte erreichen.

6. LITERATURVERZEICHNIS

1. AL-OMERI; M.M.

Traumatic Rupture of Left Main Stem Bronchus. Sucessful Repair Three Months After Injury. Arch. Surg. Vol.99, 1969, 346-348

2. AVERY, M.E.,CHERNICK, V.

Alterations of the Alveolar Lining Layer in Living Rabbits. J.Pediat.63 : 762, 1963

3. BAY, V.

Traumatische Bronchusläsion (Bronchusabriß) Bruns. Beitr. Klin. Chir. 214 Bd., 1967, 15-20

4. BERGMANN,L. und OPITZ, E.

Ober die zunehmende Bedeutung der bronchopulmonalen Verletzungen nach stumpfen Thoraxtraumen im lungenchirurgischen Krankengut. Z.Erkr.Atm. 138, 303-311 (1973)

5. BERTELSON, S.; HOWITZ, P.

Injuries of the Trachea and Bronchi. Thorax (1972), 27, 188-194

6. BIERMER, A.

Ober Pneumothorax Schweiz. Z. Heilk. 2 (1863) 146

7. BLACK, J.B.

Rupture of the Bronchus Following Closed Injury of the Chest. J.R. Coll. Surg. Edinb., 15 (1) 21-6, 1970

8. BURKE, J.F.

Early Diagnosis of Traumatic Rupture of the Bronchus J.A.M.A. (1962); Vol.181, Nr.8

9. CHAMAISSANI, A.

Verletzungen des Tracheobronchialsystems Prax. Pneumol. 33 (1979) 447-448

10. CHESTERMANN, J.T.;SATSANGI,P.N.

Rupture of the Trachea and Bronchi by Closed injury, Thorax 21 (1966) S. 21-26

11. COHN, R.

Nonpenetrating Wounds of the Lungs and Bronchi. Surg. Clin. North Am., 52(3), 585-95, (1972)

12. COLLINS, J.R., KETHARANATHAN, V.; MC.Conchie

Rupture of Major Bronchi Resultin From Closed Chest Injuries.
Thorax (1973), 28, 371-375

13. CORONEL, M.A.P.

Atelektasie Pulmonaire Massive Posttraumatique. Rev. Tuberc. (Paris) 4 (1938) 9

14. COURAND, L.; AMAR, A.; BRUNETEAU, A.

Les Ruptures Trachéales et Bronchiques Post-Traumatiques
La Presse Midicale, No.42, 1972, 1823-26

15. DANIS, K.; SCHWEISS, J.F.

Late Repair of Bronchial Rupture in a Child by Bronchial Replantation
J. Pediat. Serg., Vol.11, No.2, 1976, 235-238

16. DAVIES, D. und HOPKINS, J.S.

Patterns in Traumatic Rupture of the Bronchus Injury 4, 261-64 (1973)

17. DE WET LUBBE, J.J.; BARNARD, P.M.; DE KOCK,

Rupture of the Thoracic Trachea and Main Bronchi after Blunt External Trauma
S. Afr. Med. Journ. (1974), 48, 1430-32

18. DERRA, E.

Zit. b. Major im: Handbuch der Thoraxchirurgie Bd.III Springer-Verlag (1958)

19. DOR, M.M.J. und MITARBEITER

Rupture Traumatique des Bronches et de la Trachée Thoracique. Vol.1, 232 p., 31 fig., 29 tableaux Doin, édit. Paris (1964)

20. DRAPANAS, T.; SIEWERS, R.; FEIST, J.H.

Reversible Poststenotic Bronchiektasis
New Engl. J. Med., 275, 917., (1966)

21. EASTRIDGE; CH.E., HUGHES, J.R.; PATE, J.W.

Tracheobronchial Injury Caused by Blunt Trauma
Am. Rev. Respir. Dis., 101, (2), 230-7, (1970)

22. ECKER, R.

Injuries of the Trachea and Bronchi
Annals of Thoracic Surgery Vol.11, No.4 (1971)

23. EIJGELAAR, A. und VAN DER HEIDE, H.

A Reliable Early Symptom of Bronchial or Tracheal Rupture
Thorax, 25 (120) (1970) 116-25

24. ERDMANN, L.

Das Krankheitsbild der traumatischen Bronchusruptur
Diss.-Uni Düsseldorf, (1955), Mb 56/134

25. FAGENHOLZ, S.A.

Occult Rupture of a Main Stem Bronchus
Journal of Pediatric Serg. Vol.12, No.4, (1977) 509-512

26. FISCHER, H.

Seltene Komplikationen eines stumpfen Thoraxtrauma.
Hippokrates, 49 (4), 352-5, (1978)

27. GALL, F.; ACHATZKY, R.

Verletzungen der Thoraxbinnenorgane nach stumpfem Trauma.
Münch. Med.Wochenschr., 113 (15),544-7,(1971)

28. GEBHARDT, CH. und MITARBEITER

Intrathorakale Rupturen des Tracheabronchialsystems bei stumpfen Thoraxtraumen
Dtsch. med. Wschr.97 (1972) 1689-1693

29. GILLE, P.; AUBERT, D.; TOULOUSE, J.

Sténose Post-Traumatique des Bronches Chir. Pédiatr., (1978), 19, 257-260

30. GLINZ, W.

Thoraxverletzungen, Diagnose, Beurteilung und Behandlung.
Springer, Berlin (1978)

31. GOTTSCHALK, E. und ANSORG, P.

Zur Genese und Klinik geschlossener Trachealverletzungen.
Zentralblatt für Chirugie, Heft 49, 93.Jahrgang, (1968), 1697-1701

32. GRIFFITH, I.L.

Frakture of the Bronchus
Thorax 4 (1949) 105

33. GROVER, F.L.; CHERYL ELLESTAD, B.S.

Diagnosis and Managment of Major Tracheobronchial Injuries
Am.Thorac. Serg., Vol.28, No.4 (1979), 384-391

34. GSCHAEDLER, R.; LOEB, J.P.

Rupture Traumatique De Bronche Et Syndrome D`Emphysème Obstructif. Anest.
Anal. Réan., (1974), 31, 281-286

35. GUEST, JI.

Major Airway Injury Closed Chest Trauma
Chest, 72 (1) 63-6 (Juli 77)

36. HALL`EN, A.; HANSSON, H.E.; NORDLUND, S.

Thoracic Injuries.
Scand. J. Thorac. Cardiovasc. Serg., 8, 34-45, (1974)

37. HAUBRICH, R.

Bronchusabriß durch stumpfte Gewalt
Radiologe, 13, (1973) 200-205

38. HEBERER, G.; Köle,W.; Tscherne, H.

Chirurgie
Springer Verlag (1980)

39. HEIDELBACH, J.G.

Tiefsitzende Atemwegsstenose nach Thoraxtrauma, klinische Schlußfolgerungen.
Zschr. ärztl. Fortbild., 67. Jg., H.1, (1972), 43-44

40. HOOD, R.M. and SLOAN, H.E.

Injuries Of The Trachea And Major Bronchi
Journ. thorac. cordiovasc. Surg., 38, 458 (1959)

41. HOTZ

Zit. v. Vierheilig, Bruns Beitr.Klin.Chir.93 (1914), 201

42. HUTH, J.W.; DIWOK, K.

Maßnahmen bei Hämoptysen im Bronchialsystem, Fallbericht.
Z. Erkr. Atmungsorgane, 148 (2), 236-40, (1978)

43. HUZLY, A.

Trachea und große Bronchien bei Thoraxtrauma
Prax.Pneumol. 33 (1979) 439-443

44. IRMER und MITARBEITER

Dringliche Thoraxchirurgie,
Springer-Verlag (1967)

45. JENNY, T.H.

Die Verletzungen der Lunge
Thoraxchir. 12 (1964), 110

46. JOHANNSON, L.; Silander, T.

Twenty-one Years of Thoracic Injuries.
A Clinical Study of 313 Cases.
Acta scand. Suppl. 245 (1959), 91

47. KIM, M.

Deux Cas De Rupture Traumatique Tracheo-Bronchique Pieges Du Diagnostic.
Ann.Chir. Thor. Car., 1968, 7, No.1, 113-119

48. KIRNDÖRFER, D.

Die Problematik der Tracheal- und Bronchusruptur.
Prax.Pneumol. 33 (1979) 449-451

49. KIRSH, M.M.

Management of Tracheobronchial Disruption Secondary to Nonpenetrating Trauma.
Ann. of Thoracic Surg. Vol. 22, No. 1, Jahrg. 1976, 93-101

50. KOOK SANG OH, M.D.

Characteristic Pulmonary Finding in Traumatic Complete Transection of a Main-Stem Bronchus
Radiology 92 371-372,(1969)

51. KRAUSS,H.;ZIMMERMANN,E.

Bronchusabriß
Ergebn. d. ges. Lungen u. Tuberkuloseforschung.(1967) Bd.15

52. KRAUSS, H.

Zur Wiederherstellung der Funktion rupturierter Bronchien.
Vortrag 72. Tag. Dtsch. Ges.f.Chir. München (1955)

53. KRINITZKI, Sch.

Zur Kasuistik einer vollständigen Zerreißung des rechten Luftröhrenastes.
Virchows Arch. path. Anat. 266 (1927) 815

54. KUMPE, D.A.

A Characteristic Pulmonary Finding in Unilateral Complete Bronchial Transection.
Am. J. Roentgenol. Radium Ther. Nucl. Med. 110 (4) 704-6, 1970

55. LACQUET, A.M.

Post-Traumatische Bronchusstenose
Acta Chirurgica Belgica, No.3, (1975),327-338

56. CANHORNE, T.W.; JEYASINGHAM, K.; KIEFER, R.F.

Transsection of the Trachea Secondary to Blunt Trauma.
Br. J. Surg., Vol. 65 (1978) 176-178

57. LARIZADEH, R.

Rupture of the Bronchus
Thorax, (1966) 21, 28-31

58. LATREILLE, R. und MITARBEITER

Volet Thoracique Rupture De La Trachée Déchirure Du Lobe Moyen.
Ann. Chir. thorac. cardiovasc. 10 (1971),9

59. LEVEUF, J.; MONOD, R.

Rupture De La Bronche Souche Droite
Bull. Soc. anat. Paris 89 (1919) 298

60. LEVINE, B.E.; JOHNSON, R.P.

Effects of Atelectasis on Pulmonary Surfactant and Quasi-Static Lung Mechanics.
J. Appl. Physeol. 20, 859, (1965)

61. LLOYD, J.R. und MITARBEITER

Rupture of the Main Bronchi in Closed Chest Injuries.
Amer. Arch. Surg. 77, 597 (1958)

62. LÖFFLER, W.; NAGER, F.

Über die traumatische Bronchusstenose und ihre Behandlung.
Schweiz.med. Wschr. 71 (1941) 293

63. LOGEAIS, Y.

Traumatic Rupture of the Right Main Bronchus in an Eight-year-old Child Successfully Repaired Eight Years after Injury.
Am. of Surgery, Vol. 172, No 6 (1970)1039-1047

64. LOTZ, P.R.

Significance of Pneumomediastinum in Blunt Trauma to the Thorax
AJR, 132 (5) 817-9 May 1979

65. LODECKE, H.; HUECK, O.; KOTTER, A.

Früh- und Spätanastomose bei Bronchusruptur
Thoraxchirurgie, (1968) 16

66. LYNN, R.B.; IYENGAR, K.

Traumatic Rupture of the Bronchus
Chest, Vol. 61, No.1, (1972), 81-83

67. LYNNE-DAVIES, P.

Pulmonary Function Following Traumatic Rupture of the Bronchus.
Chest, Vol. 61, No.4, (1972), 400-402

68. MACK, D.

Diagnostik und Behandlung der Verletzungen des Tracheobronchialsystems
Prax. Klin.Pneumol., 33 Suppl.1 444-6 April 1979

69. MAHAFFEY, D.E.

Traumatic Rupture of the Left Main Bronchus Successfully Repaired Eleven Years after Injury. J.thorac. Surg. 32 (1956) 312

70. MARCHAND, P.; REID, F.; V.HASSELT, H.

Rupture of the Trachea and Right Bronchus After an Anaesthetic Explosion.
Lancet (1964) II, 1096

71. MARSCH, W.

Über einen spontan geheilten Bronchusabriß
Thoraxchirurgie 13 (1965) 357

72. MATTHES, TH.

Über die Möglichkeiten und Grenzen bronchus-chirurgischer Eingriffe nach traumathischen Bronchusverletzungen
Der Chirurg, (1955), 26 Jg., H. 10

73. MAZZEI, E.A.

Closed-Chest Injuries to the Trachea and Bronchus
Arch. Surg. Vol.100 (1970), 677-80

74. MUHRER, KH.

Verletzungen der Mediastinalorgane bei Thorax-trauma
Prax. Klin. Pneumol., 33 Suppl.1, 490-2, (1979)

75. MURRAY, J.F.

A Case of Total Rupture of the Right Main Bronchus After Closed Chest Injury
Brit. J. Anaesth. (1971), 43, 407

76. MYERS, W.O.; LEAPE, L.L.; HOLDER, T.M.

Bronchial Rupture in a Child, with Subsequent Stenosis, Resection, and Anastomosis
Ann.Thorac. Surg., Vol. 12, No.4, (1971) 442-445

77. NEUGEBAUER, M.K.; FINE, J.B.; HOYT, T.W.

Traumatic Rupture of the Trachea and Right Main Stem Bronchus
J. of Trauma (1974) Vol. 14, No.3, 265-269

78. NISSEN, R.

Extirpation eines ganzen Lungenflügels
Zbl. Chir. 58 (1931) 3003

79. NONOYAMA, A.

Total Rupture of the Left Main Bronchus. Successfully Repaired Nine Years After Injury.
Ann. Thoracic. Surg.,Vol.21, No.5, (1976) 445-448

80. NOVIANT, Y

Ruptures Trachébronchiques Vues En Urgence Le Point De Vue De L´Anesthésiologiste. Ann. Anesth. Franc. XVII, 7, (1976), 827-35

81. OHRESSER, P.; AMOROS, J.F.

Les Séquelles Fonctionelles des Traumatismes Fermés du Thorax.
Poumon. Coeur, 28 (3), 145-50, (1973)

82. OVERBECK, W.; DOST, K.; WIEMERS, K.

Frische Bronchusruptur
Thoraxchirurgie 18, 201, (1970)

83. PAYNE, W.S.

Injuries of the Trachea and Major Bronchi
Postgrad. Med., 49 (5) 152-8, May 1971

84. PETROWSKIJ, B.W.

Wiederherstellungsoperationen bei posttraumatischen Verschlüssen und Stenosen der Hauptbronchien.
Zentralblatt für Chirurgie, 101 (1976) 897-905

85. PIAGET, M.

A Case of Rupture of the Right Bronchus, without Pulmonary Lesion.
Ann. Otolaryng. (Paris), 58, (1939) 917

86. POLIN, S.G.

Rupture of a Segmental Bronchus
Ann. of Thorac. Surg., Vol.6, No. 4, (1968) 384-389

87. PUPPE, G.

Atlas und Grundriß der gerichtlichen Medizin.
München (1908)

88. RAHBAR, A.; CHANG, F.C.; FARHA, S.J.

Rupture of the Bronchus: Case Report of Successful Resection and Anastomosis in a 13-month-old Infant.
J of Trauma, Vol.18, No.2, (1978), 140-141

89. RELLAND, J.; MILLER, M.; CARBERRY, D.

Traumatic Rupture of Tracheobronchial Tree
NY State J. Med., 73 (11), 1291-5, (1973)

90. RIENHOFF, W.F.

Readjustments in the Thoracic Cage and its Contents Following Total and Partial Pneumonectomy
Sth.med. J. (Bgnam Alat.) 29 (1936) 445

91. RÖMER, K.H.

Die Bronchusruptur
Das Deutsche Gesundheitswesen, Heft 21, (1965), 20. Jg.

92. SAMSON, P.C.

Discussion of J.Mahaffey.
Traumatic Rupture of the Left Main Bronchus Successfully Repaired Eleven Years After Injury
J. Thorac. Surg. 32:312, (1956)

93. SANGER, P.W.

Evacuation Hospital Expieriences with War Wounds and Injuries of the Chest.
A Preliminary Report.
Amer. J. Surg. 122 (1945) 147

94. SAUERBRUCH, F.

Die stumpfen Verletzungen des Brustkorbes
Arch. orthop. Unfallhk. 36 (1936) 482

95. SCANNEL, S.B.

Rupture of the Bronchus Following Closed Injury and Report of Case Treated by Immediate Thoracotomy and Repair.
Amerc. Surg. 133 (1951) 127

96. SCHMALTZ, A.A.

Diagnostik und Therapie der Bronchusruptur
Mschr. Kinderheilk. 122, 172-175 (1974)

97. SCHÖNBERG, S.

Bronchialrupturen bei Thoraxkompressionen
Berl. Klin. Wschr. 2 (1912) 2218

98. SCHOSTOCK, P.

Zur Therapie trachealer und seltener pulmonaler Verletzungen im Kindesalter.
Langenbecks Arch. Chir., 322, 1261-7, (1971)

99. SEIDEL, H.

Bronchusrupturen nach stumpfen Brusttraumen
Diss. Uni Düsseldorf (1967)

100. SEUVRE

Crushing Injury from Wheel of an Omnibus.
Rupture of Right Bronchus.
Bull. Soc. Anat. (Paris) 48 (1873) 680
Zit. v. Krauss

101. SPECHT, G.

Verletzungen von Lunge und Bronchien
Hefte Unfallklinik, 121, 208-9, (1975)

102. STREVEY, T.E.

Delayed Repair of the Ruptured Left Bronchus.
J. of Thorac. and Cordiovasc. Surg., Vol.59, No. 5, (1970), 638-641

103. TANNENBERG, J.; PINNER, M.

Atelectasis and Bronchiectasis
J. Thorac. Surg.11 (1942) 571

104. TIEGEL, M.

Die quere Zerreißung des Bronchus nebst experimentellen Versuchen über zirkuläre Bronchusnaht.
Bruns Beitr. Klin. Chir.71 (1911) 528

105. TRUCKENBRODT, H. und GALL, F.

Zur Diagnose und Therapie der Bronchusruptur
Radiologe 8. Jg., Heft 10, 315-18, (1968)

106. URSCHEL, H.C.; RAZZUK, M.A.

Managment of Acute Traumatic Injuries of Tracheobronchial Tree.
Surg. Gynecol. Obstet., 136 (1) 113-7, (1973)

107. VAN DER SCHAAR, H.

Successfull Late Repair of a Post-Traumatic Bronchial Stricture
Thorax, (1972), 27, 769-771

108. VIDINEL, I.

Displacement of the Mediastinum
Chest, Vol.62, No.2, (1972), 215-16

109. VIERHEILIG, J.

Die subakute Bronchuszerreissung
Bruns Beitr. 93, 201, (1914)

110. VOIGT, H.; WIESNER, B.

Bronchusruptur nach stumpfem Thoraxtrauma
Z. für Erkrank. d. Atmungsorg., Bd. 136, 385-389, (1972)

111. VON WINDHEIM, K.

Thoraxtrauma: Fehler bei der Erstversorgung, Folgen und Korrekturmöglichkeiten.
Prax. Pneumol. 33 (1979) 515-517

112. VOSSCHULTE, K.

Bronchusnaht und Bronchusresektion als organerhaltende Eingriffe
Dtsch. med. Wschr. 89 (1964) 599

113. WEBB, A.

Patologia Indica, 2. Aufl. Calcutta 1848
(zit. b. Krauss)

114. WEBER, H.

Traumatische Bronchusruptur
Bruns Beitr. Klin. Chir. 219 (1971) 106-115

115. WEISEL, W.; JAKE, R.J.

Anastomosis of Right Bronchus to Trachea 46 Days Following Complete Bronchial Rupture from External Injury.
Ann. Surg. 137 (1953) 220

116. WOLFF,(zit. bei Glinz)

Thoraxverletzungen: Diagnose, Beurteilung und Behandlung
Springer (1978)

117. WOOD, M.H.; GERRICK, S.J.; LUCAS, C.E.

Primary Repair for Closed Lobar Bronchus Injury
J. of Trauma Vol.18, No.9, (1978), 682-683

118. ZACHERL, H.

Beobachtungen bei Bronchus-Tracheaverletzungen nach Stumpfem Trauma.
Schweiz. med. Wschr.103, 807-813 (1973)

119. ZIEROTT, G.; SATTLER; R.W.; FISCHER, K.

Zur Diagnostik und Therapie der postraumatischen endobronchialen Blutung.
Thoraxchirurgie, 24, 35-41, (1976)

Lebenslauf

Persönliches:

Hans-Dieter Rausch
geboren am 18.3.1951 in Prüm

Vater: Hans Rausch, Beamter
Mutter: Hilde Rausch, geb. Gesser

Ich bin verheiratet und habe ein Kind

Schulausbildung:

1957-1962, Volksschule in Schönau, Preischeid und Wellen
1962-1969, Gymnasium in Trier und Düsseldorf
1969-1971, Fachoberschule in Düsseldorf

Studium:

1971-1974, Architekturstudium an der Gesamthochschule Essen
1977-1982, Medizinstudium an der Universität Düsseldorf

Berufstätigkeit:

1974-1975, Architekturbüro Prof. Dipl. Ing. v.Chamier, Hattingen
1975-1977, Stadtplanungsamt Düsseldorf

Examina:

1969 Mittlere Reife

1971 Fachhochschulreife

1974 Abschlußprüfung der Gesamthochschule Essen (Ing.grad.)

1979 Ärztliche Vorprüfung

1980 1.Abschnitt der ärztlichen Prüfung

1982 2.Abschnitt der ärztlichen Prüfung

Mettmann, den 5.4.1982